

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ZLEPŠOVÁNÍ JAKOSTI VE VÝROBĚ PŘÍVĚSŮ **QUALITY PERFECTION IN TRAILER MANUFACTURE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. ZDENĚK VLACH

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Doc. Ing. JIŘÍ PERNIKÁŘ, CSc.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Zdeněk Vlach

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Výrobní technologie a průmyslový management (2303T010)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Zlepšování jakosti ve výrobě přívěsů

v anglickém jazyce:

Quality perfection in trailer manufacture

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Zhodnocení stávajícího stavu .
2. Teoretická studie strategických nástrojů pro zlepšování jakosti .
3. Vyhodnocení výsledku pozorování (přezkoumání).
4. Návrh na opatření a jeho vyhodnocení.
5. Závěr.

Cíle diplomové práce:

Na základě podrobného rozboru procesu výroby přívěsů navrhnout opatření ke zvýšení kvality produktů.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na řešení zadání z průmyslové praxe za účelem zvyšování jakosti ve výrobě přívěsů. Ve zhodnocení stávajícího stavu jsou popsány vybrané charakteristiky společnosti AGADOS, rozbor výrobního procesu včetně kontrolních a monitorovacích činností. Teoretická studie představuje postupy a metody plánování a neustálého zlepšování jakosti. Vyhodnocení výsledků pozorování s podporou nástrojů IS proběhlo cíleně konstrukcí zjištěných neshod pomocí Paretova diagramu. Po uplatnění nápravných opatření pro zlepšení jakosti, která byla stanovena z pohledu procesního řízení, proběhlo opakované vyhodnocení. Účinnost a efektivnost navržených opatření je znázorněna konstrukcí Paretových diagramů, které vyjadřují komplexní posouzení změn před a po uplatnění nápravných opatření.

Klíčová slova

Výrobní proces, jakost, neustálé zlepšování, strategické nástroje, Paretův diagram

ABSTRACT

The diploma work is dealing with solution of concrete problem from the industrial practice. The main aim is to increase the quality in trailer production. The section of state of the art includes the description of selected characteristics about the company AGADOS, analysis of production process including controlling and monitoring activities. The theoretical study introduces processes and methods of planning for continuous improving of quality. The evaluation of monitored results with the support of IS tools was proceeded by construction of recognized divergences by the help of Pareto diagram. After the implementation of corrective proceedings to improve the quality, which was estimated in terms of processing engineering, repeated evaluations have been applied. The effectiveness of proposed proceedings is illustrated by construction of Pareto diagrams, which are presenting the complex examination of changes before and after implementation of corrective proceedings.

Key words

Industrial process, Quality, continually improving, Strategy Tool, Parets diagram

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VLACH, Z. *Zlepšování jakosti ve výrobě přívěsů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 94 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jiří Pernikář, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Zlepšování jakosti ve výrobě přívěsů* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum: 1.5.2009

.....
Jméno a příjmení diplomanta

Poděkování

Děkuji tímto Doc. Ing. Jiřímu Pernikáři, CSc. za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

OBSAH

Abstrakt.....	4
Prohlášení.....	5
Poděkování	6
Obsah	7
Úvod	8
1 ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU	9
1.1 Profil společnosti	11
1.1.1 Historie společnosti	12
1.1.2 Struktura společnosti.....	13
1.1.3 Poslání společnosti a rozhodující partneři.....	14
1.1.4 Procesy společnosti	15
1.2 Zhodnocení stávajícího stavu procesu výroby přívěsů	17
1.2.1 Proces Výroba.....	17
1.2.2 Výstupní kontrola	22
1.2.3 Řízení neshodného výrobku.....	24
1.2.4 Analýza neshod finálních výrobků.....	25
2 TEORETICKÁ STUDIE STRATEGICKÝCH NÁSTROJŮ PRO ZLEPŠOVÁNÍ JAKOSTI	27
2.1 Sedm „nových“ nástrojů managementu jakosti.....	27
2.1.1 Afinitní diagram (diagram afinity).....	28
2.1.2 Diagram vzájemných vztahů	30
2.1.3 Systematický (stromový) diagram	32
2.1.4 Maticový diagram	35
2.1.5 Analýza údajů v matici.....	38
2.1.6 Diagram PDPC.....	40
2.1.7 Síťový graf.....	42
2.2 Sedm základních nástrojů managementu jakost	46
2.2.1 Vývojový (postupový) diagram	47
2.2.2 Diagram příčin a následku (Ishikawův diagram, diagram rybí kosti) ..	48
2.2.3 Formulář pro sběr údajů	50
2.2.4 Paretův diagram	52
2.2.5 Histogram.....	57
2.2.6 Bodový diagram	58
2.2.7 Regulační diagram	60
2.3 Závěr z teoretické studie	63
3 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POZOROVÁNÍ (PŘEZKOUMÁNÍ).....	64
3.1 Nástroje IS pro evidenci výstupní kontroly a řízení neshodného výrobku	64
3.2 Analýza neshod stávajícího stavu pomocí Paretova diagramu	67
3.3 Shrnutí výsledků pozorování	75
4 NÁVRH NA OPATŘENÍ A JEHO VYHODNOCENÍ	77
4.1 Návrhy na opatření	77
4.2 Vyhodnocení návrhů na opatření.....	78
4.3 Technicko-ekonomické vyhodnocení.....	86
Závěr.....	91
Seznam použitých zdrojů.....	92
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	93
Seznam příloh.....	94

ÚVOD

Stoupající tendence požadavků na jakost výrobků a řízení procesů jsou stále dobovým dogmatem. Jejich vypořádání je prioritou současného vývoje průmyslu. Základem pro zajištění těchto požadavků je funkční management jakosti organizace, který má plně v kompetenci plánování a zlepšování jakosti. Tato orientace je plně dána současným vývojem v oblasti managementu jakosti. Požadavek na neustálé zlepšování jakosti je nejen požadavkem zákazníků, ale i požadavkem revidovaných mezinárodních norem souboru ISO 9000.

Pro organizaci je životně důležité využívat neustálé zlepšování jakosti a přijmout za vlastní jako strategický nástroj pro iniciaci radikálních kroků pro svoji činnost. Cílem každé organizace je zachovat konkurenceschopnost, která dnes není omezena jen tuzemským trhem, ale mnoho organizací působí na trhu evropském a světovém. Proto není možné neplnit a nepřekračovat očekávání zákazníků, která jsou pro zachování konkurence schopnosti důležitou povinností.

Cílem práce bude navrhnout opatření ke zvýšení kvality produktů, na základě podrobného rozboru procesu výroby přívěsů, jednoho z hlavních procesů společnosti. Dle dohody s vedoucím práce bude monitorování kvality produktů probíhat na klíčovém pracovišti výstupní kontroly.

Pro podporu monitoringu a sběru dat, budou v rámci implementace IS integrovány nástroje pro evidenci výstupní kontroly a řízení neshodného výrobku. Tyto dva procesy zajišťují velkou podporu v rámci neustálého zlepšování kvality produktů, jelikož nabízí ucelené informace o kvalitě finálního výrobku a zjištěných neshodách.

Bez použití vhodných metod a nástrojů pro hodnocení získaných dat z procesů nelze dosáhnout efektivního neustálého zlepšování jakosti. Praxe ukazuje, že tyto metody a nástroje nejsou dostatečně známy a využívány. Vakuum těchto aplikací řeší kapitola „Teoretická studie strategických nástrojů pro zlepšování jakosti“, která byla vypracována na základě studie odborné literatury. V této kapitole je zachycen výklad sedmi nových a sedmi základních nástrojů managementu jakosti, které jsou součástí nejdůležitějších metod a nástrojů.

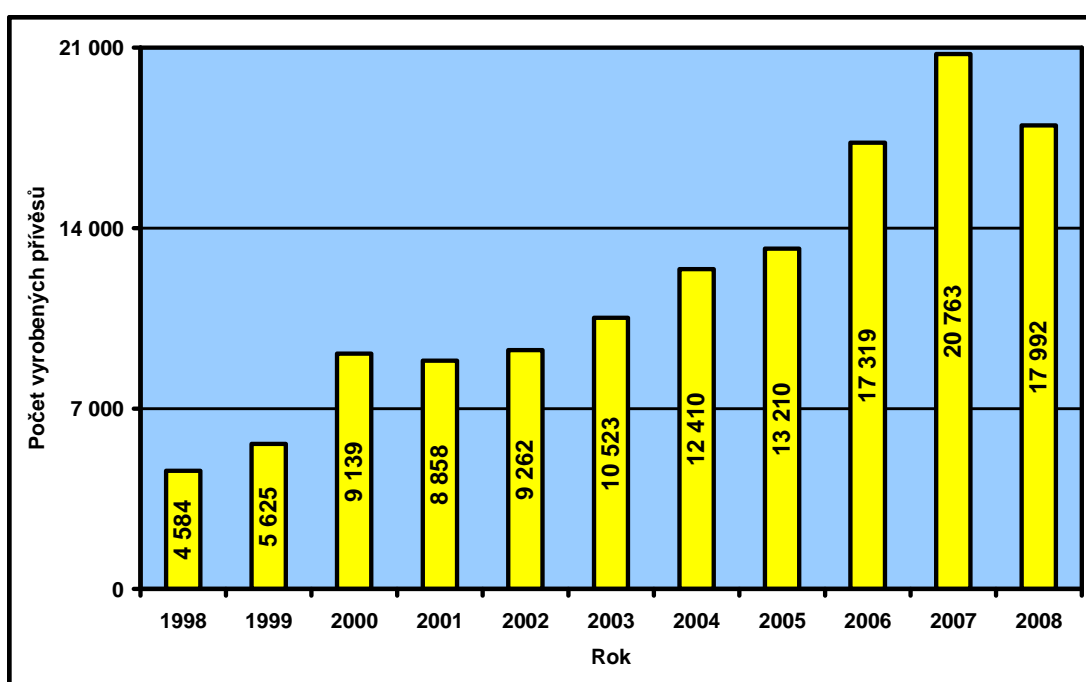
Aktivní přístup k neustálému zlepšování jakosti je předpokladem schopnosti zvyšovat úroveň jakosti v porovnání se stávajícím stavem. Teoretická studie nástrojů pro zlepšování představuje vybrané postupy a metody plánování a neustálého zlepšování včetně příkladů jejich praktického použití.

Dle dohody s vedoucím práce budou výsledky z pozorování a vyhodnocení opatření zobrazeny pomocí Paretova diagramu, který je součástí uvedených sedmi základních nástrojů managementu jakosti.

1 ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

V této kapitole se zaměříme na zhodnocení stávajícího stavu společnosti AGADOS, která byla záměrně vybrána pro řešení zadání této práce. Pro vytvoření dostatečného nadhledu jsou zde uvedeny vybrané charakteristiky společnosti. Pozornost je dále věnována současnému stavu výrobního procesu a podpůrným činnostem monitorujícím jeho výstupy. Závěrečná část této kapitoly je věnována analýze neshod a jsou navrženy kroky pro zjištění výsledků stávajícího stavu.

V roce 2002, z důvodů neustálého nárůstu výroby přívěsů (viz obr. 1.1) bylo rozhodnuto vedením společnosti o zavedení systému managementu jakosti (QMS).



Obr. 1.1 AGADOS - Výroba přívěsů kategorie O1 a O2 (autor)

Pro splnění tohoto strategického rozhodnutí byl vytvořen útvar „Řízení jakosti“. Požadavek na zavedení systému byl:

„Stabilizovat jakost produktů s orientací na procesní řízení“.

Procesní řízení vyžaduje systematickou identifikaci procesů společnosti a jejich vzájemné působení (viz obr. 1.6).

Slovo „jakost“ (jehož plným synonymem je i původem latinské slovo „kvalita“) se vyskytovalo už v jazycích používaných lidstvem před naším letopočtem. Dokládá to nakonec i patrně vůbec nejstarší definice tohoto pojmu, připisovaná Aristotelovi, se kterou se lze setkat i v soudobých filozofických slovnících. Pro současné aplikace ve všech odvětvích ekonomiky je však nevhodná a protože tento výraz patří k neodmyslitelným fenoménům

posledních padesáti let, prošlo i chápání jakosti logickým vývojem. Stačí připomenout, jak tento pojem vymezovali různí „guruové“ jakosti (8):

Juran: „Jakost je způsobilost k užití.“

Crosby: „Jakost je shoda s požadavky.“

Feigenbaum: „Jakost je to, co za ni považuje zákazník.“

Ani nejnovější slovník jakosti zpracovaný Americkou společností pro jakost (ASQ) neuvádí jedinou platnou definici tohoto pojmu, odkazuje rovněž na nejrozličnější vymezení tohoto pojmu v různých pramenech (8).

S ohledem na celosvětovou působnost norem ISO ř. 9000 se nicméně za svým způsobem oficiální považuje definice z normy ČSN EN ISO 9000:2006 [8], která hovoří, že jakost (kvalita) je „stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik“ (8).

QMS společnosti je zaveden, udržován a zlepšován na bázi norem ISO. V systému jakosti společnosti jsou zahrnuty činnosti směřující k zajištění plnění plánovaných výsledků v oblasti jakosti a k neustálému zlepšování procesů. Patří k nim např. využívání politiky a cílů jakosti, realizace interních auditů, opatření k nápravě a prevenci, výměny zkušeností se zákazníky a dodavateli, sdělování zkušeností a vzájemná pomoc mezi pracovníky v rámci „týmového ducha“ společnosti, porady vedení společnosti, porady Rady jakosti, přezkoumání systému managementu jakosti, sledování a vyhodnocování spokojenosti zákazníků apod.



Obr. 1.2 Letecký snímek společnosti AGADOS (18)

1.1 Profil společnosti

Název společnosti:	AGADOS, spol. s r.o.
Sídlo společnosti:	Průmyslová 2081, 594 01 Velké Meziříčí
Identifikační číslo:	43378391
Datum zápisu do OR:	31.12.1991
Statutární orgán:	Jednatel
Základní kapitál:	5 000 000 Kč (od 04.12.2002)
Hlavní CZ-NACE:	29.20 - Výroba karoserií motorových vozidel; výroba přívěsů a návěsů
Obrat:	460 000 000 Kč (za rok 2008)
Počet zaměstnanců:	145 (k 31.12.2008)

Organizace AGADOS se stala v době svého založení prvním podnikatelským subjektem v České republice, jehož hlavním výrobním programem se stala výroba vozidel kategorie O1 a O2, tj. přívěsy pro osobní a nákladní vozidla viz příloha 1.

Definice kategorie vozidel dle směrnice 70/156/EHS:

- Kategorie O1: Přípojná vozidla s maximální hmotností nepřevyšující 0,75 t.
- Kategorie O2: Přípojná vozidla s maximální hmotností vyšší než 0,75 t, ale nepřevyšující 3,5t.

Definice maximální hmotnosti dle směrnice 70/156/EHS:

- Maximální hmotnost: Maximální technicky přípustná hmotnost naloženého vozidla.

1.1.1 Historie společnosti

Založení společnosti AGADOS bylo krokem 8 společníků. Do té doby zaměstnanci jedné z divizí závodu Agrostroj Pelhřimov s.p., kde probíhala výroba rozmetadel a dalších zemědělských strojů.

Významné milníky společnosti AGADOS jsou uvedeny v tab. 1.1.

Tab. 1.1 AGADOS v datech (autor)

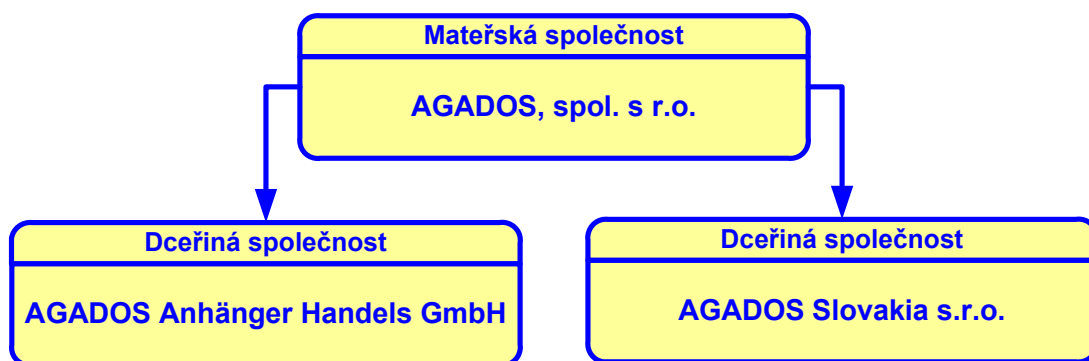
Rok	Popis milníku
1991	Založení organizace
1992	 Logo společnosti
1996	Odloučení 2 společníků, kteří zakládají konkurenční firmu
1997	Založení dceřiné společnosti AGADOS Anhänger Handles GmbH v Německu zajišťující obchodní činnost
1999	Internetová prezentace společnosti AGADOS
1999	Implementace informačního systému
2001	Založení dceřiné společnosti AGADOS Slovakia s.r.o na Slovensku zajišťující obchodní činnost
2002	 Logo společnosti
2003	 Logo společnosti
2003	Certifikace QMS dle ČSN EN ISO 9001:2000 v oboru „ Návrh, výroba a servis přívěsů “
2004	Převod výrobního programu přívěsů řady NP, HANDY včetně výrobní technologie do dceřiné společnosti AGADOS Slovakia s.r.o
2005	Výroba přívěsů s povolenou rychlostí do 100 km/hod.
2006	Zahájení provozu v novém výrobním komplexu
2006	Zavedení nové technologie – robotizované svařovací pracoviště
2007	Restrukturalizace skladového systému
2008	Zakázka na 225 přívěsů pro armádu Švédského království

1.1.2 Struktura společnosti

Společnost AGADOS se sídlem ve Velkém Meziříčí zaměstnává v současné době:

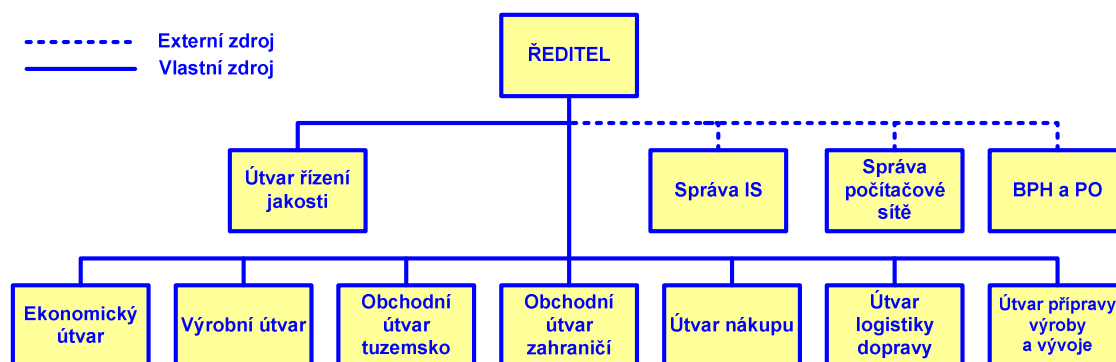
- 145 zaměstnanců ve Velkém Meziříčí – AGADOS, spol. s r.o.,
- 5 zaměstnanců v Schöneberg – AGADOS Anhänger Handels GmbH,
- 40 zaměstnanců v Modre – AGADOS Slovakia s.r.o.

AGADOS má v dceřiných společnostech 100% majetkový podíl.



Obr. 1.3 Struktura společnosti AGADOS (autor)

Statutárním orgánem společnosti je jednatel, který je jmenován valnou hromadou. Vzájemné vztahy útvarů a směry zajišťování řízení jsou dány liniově štábní organizační strukturou (viz obr. 1.4). Jednotliví vedoucí útvarů jsou plně odpovědní za řízení procesů.



Obr. 1.4 Organizační struktura (autor)

1.1.3 Poslání společnosti a rozhodující partneři

Základním posláním společnosti je vyrábět kvalitní přívěsy za takovou cenu, která je konkurenceschopná. Na základě této politiky jsou řízeny všechny činnosti společnosti.

Hlavním cílem je maximalizace objemu tržeb, zisku a počet vyrobených přívěsů, který se díky vysoké poptávce daří plnit.

AGADOS se také zaměřuje na budování dobrých vztahů a bližší spolupráci se svými dodavateli. Je to významný způsob pro neustálé vytváření konkurenčního předstihu před konkurencí na trhu. Velký kvalitativní podíl na finálním výrobku tvoří používání technologie povrchové úpravy žárovým zinkováním, která je zajištěna v rámci kooperace.

Další skupinou rozhodujících partnerů jsou odběratelé, které lze rozdělit následovně:

- obchodní řetězce – prodejní síť obchodních řetězců,
- prodejci zahraničí – vlastní prodejní síť v zahraničí,
- prodejci tuzemsko – vlastní prodejní síť v České republice,
- konečný zákazník – přímý prodej,
- prodejci Slovensko – vlastní prodejní síť ve Slovenské republice.

Prodej v roce 2008 dle počtu prodaných přívěsů, obratu za prodané přívěsy a obratu celkem, včetně vyjádření v procentech, je patrné z tab. 1.2.

Tab. 1.2 Vyjádření podílů na prodeji v roce 2008 (autor)

Odběratelé	Počet přívěsů	[%]	Obrat za přívěsy	[%]	Obrat celkem	[%]
Obchodní řetězce	8 332	46	93 575 269	24	95 390 354	21
Prodejci zahraničí	4 246	24	135 426 366	35	152 202 740	33
Prodejci tuzemsko	3 844	21	96 213 537	25	104 879 807	23
Konečný zákazník	1 352	8	49 756 589	13	73 441 656	16
Prodejci Slovensko	218	1	14 366 080	4	37 947 256	8
Celkem	17 992	100	389 337 842	100	463 861 813	100

Z hlediska marketingu využívá AGADOS těchto prostředků:

- inzertního vydavatelství,
- rozhlasové a televizní reklamní šoty,
- účast na prestižních veletrzích a výstavách:
 - AUTOSALON – Brno
 - AUTOTEC – Brno
 - ASA – Praha
 - IBF – Brno
 - FOR ARCH – Praha.

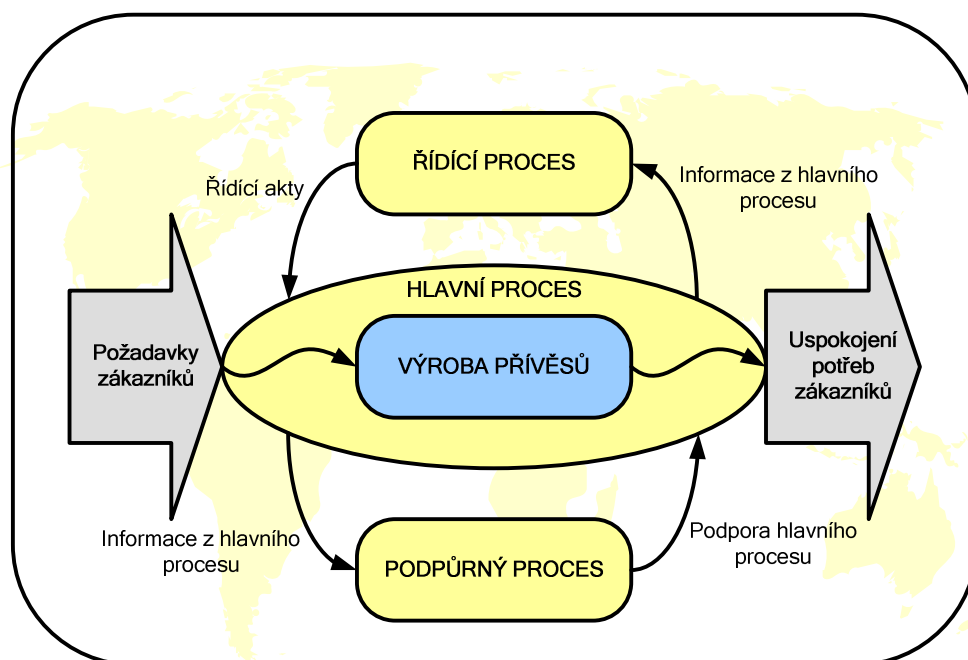
Výstižný reklamní slogan společnosti AGADOS zní:

„S NÁMI PŘEVEZETE VŠECHNO A VŠECHNY“

1.1.4 Procesy společnosti

Proces je účelné propojení činností a zdrojů, které zajišťuje transformaci vstupů na plánované výstupy. Každý proces je ovlivňován řadou činitelů – faktorů, které způsobují, že výsledky opakovaných činností nejsou totožné, ale v různé míře se navzájem liší. Nutno konstatovat, že procesy, a tudíž i jejich výstupy jsou náhodné. Požadavkem zákazníka je mj. stabilní úroveň hodnot parametrů, podle nichž je posuzována jakost výrobků. Pro výrobce to znamená, že musí být schopen řídit svoje procesy tak, aby parametry výrobků dosahovaly požadovanou úroveň a podle okolností aby tato úroveň byla stabilní (10).

Na organizační schéma navazuje základní zobrazení procesů v organizaci (viz obr. 1.5). Identifikace všech procesů, které tvoří realizační proces (hlavní proces – zabezpečuje požadavky zákazníků; tvoří přidanou hodnotu), řídicí a podpůrné procesy jsou zobrazeny v obr. 1.6.

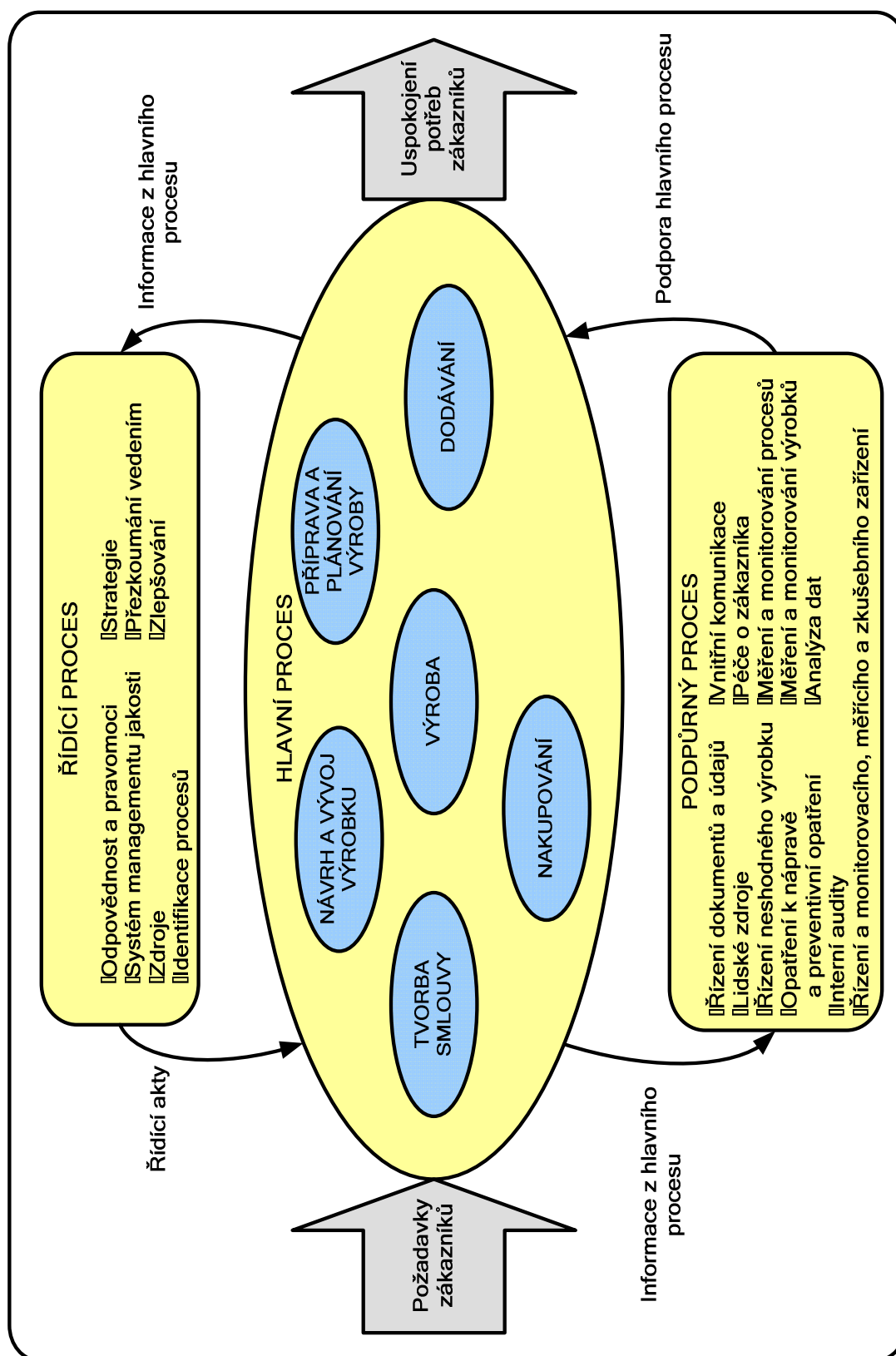


Obr. 1.5 Základní zobrazení procesů v organizaci (autor)

Při zabezpečování hlavního procesu jsou ve společnosti aplikovány veškeré požadavky ČSN EN ISO 9001:2000 včetně vývoje.

Z obr. 1.6 je zřejmý vzájemný vztah podprocesů tvořících realizační proces, které jsou spolu propojeny především prostřednictvím vstupů a výstupů do hlavního procesu tak, aby nebyla narušena jeho funkce. Řídící a podpůrné procesy mají vztah ke všem částem hlavního procesu.

Vedení společnosti zajišťuje efektivní funkci hlavního procesu systémem víceúrovňového řízení. Hlavní proces řídí příslušný vlastník procesu podle pravidel, která jsou určena ve stanovených zásadách. Při koordinaci hlavního procesu řídí vymezený okruh specializovaných profesí.



Obr. 1.6 Zobrazení všech procesů v organizaci (autor)

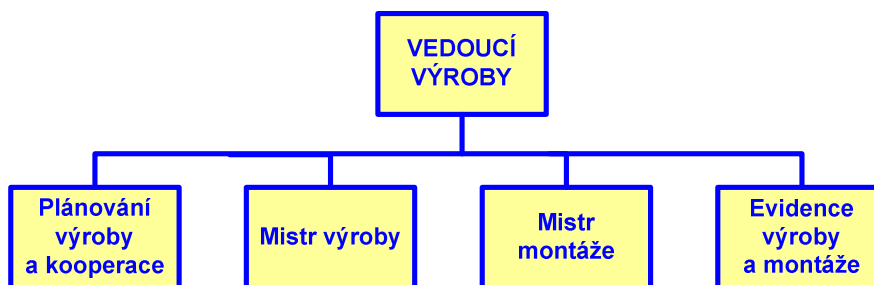
1.2 Zhodnocení stávajícího stavu procesu výroby přívěsů

Povaha organizačního uspořádání výrobního procesu dle počtu vyráběných druhů výrobků je charakteristická pro zakázkovou a malosériovou výrobu. Tento typ výroby se vyznačuje tím, že pro každý vyrobený finální výrobek je předem znám konkrétní zákazník, a nebo probíhá výroba na sklad. I když se jedná převážně o zakázkovou výrobu, jsou parametry finálního výrobku dány schválením typové řady přívěsů s variantami a verzemi provedení. Specifikace požadavků zákazníka se liší např. barvou korby (blatníků, plachty), výškou plachty a dalším příslušenstvím.

Každý finální výrobek je podroben „Výstupní kontrole“, kterou zabezpečují kvalifikovaní pracovníci útvaru řízení jakosti. V případě, že produkt nevyhovuje příslušným technickým specifikacím, normám, není kompletní, a nebo nesplňuje požadovanou funkci, je zahájena činnost v rámci procesu „Řízení neshodného výrobku“.

1.2.1 Proces Výroba

Zajištění procesu realizace výrobku musí být na takové úrovni, aby probíhal v řízených podmínkách, které plní požadavky na jakost stanovenou v předvýrobních etapách. Struktura řízení výroby je znázorněna na obr. 1.7.



Obr. 1.7 Struktura řízení výroby (autor)

Stručný popis činností středního managementu výroby:

- Plánování výroby a kooperace:
 - plánování vyráběných dílů,
 - sledování položek v evidenci skladu vyráběných dílů,
 - plánování dílů na kooperaci žárového zinkování,
 - plánování dílů na kooperaci galvanického zinkování,
 - plánování dílů na kooperaci svařování.
- Mistr výroby:
 - řízení výroby dílů,
 - řízení svařování dílů.
- Mistr montáže:
 - řízení montáže,
 - řízení výroby dílů z překližky,
 - plánování montáže.
- Evidence výroby a montáže:
 - evidence operací a mezd,
 - odvody výroby a montáže.

Řízené podmínky procesu „Výroba“ jsou definovány v kartě procesu (viz obr. 1.8).

<i>Vlastník procesu:</i>	vedoucí VU
<i>Předcházející procesy:</i>	nakupování, příprava a plánování výroby
<i>Navazující procesy:</i>	dodávání
<i>Vstup:</i>	Výrobní plán Výrobní dokumentace: - Výrobní průvodka - Výrobní výkresy - Kusovníky - Technologické postupy - Kontrolní postupy
<i>Výstup:</i>	Vyrobený přívěs
<i>Zdroje:</i>	
<i>Lidské:</i>	kvalifikovaní pracovníci výroby
<i>Finanční:</i>	z vlastní hospodářské činnosti
<i>Informační:</i>	výrobní a kontrolní dokumentace
<i>Vybavení:</i>	výrobní zařízení, materiál, pomocné materiály, monitorovací a měřicí zařízení
<i>Prostředí:</i>	výrobní a kancelářské prostory,
<i>Monitorování a měření:</i>	
<i>Kritické místo:</i>	výrobní pracoviště, kooperanti (dodavatelé)
<i>Kritický ukazatel:</i>	uvolňování každého výrobku podle Kontrolního postupu
<i>Kritický parametr:</i>	plnění výrobního plánu
<i>Analýza údajů:</i>	záznamy z monitorování procesu do „Knihy odvedené výroby“, „Výrobního plánu“, „Výrobní průvodky“, „Neshody“
<i>Zlepšování:</i>	výcvik výrobního personálu, pohotová reakce dodavatelů kooperací při změnách

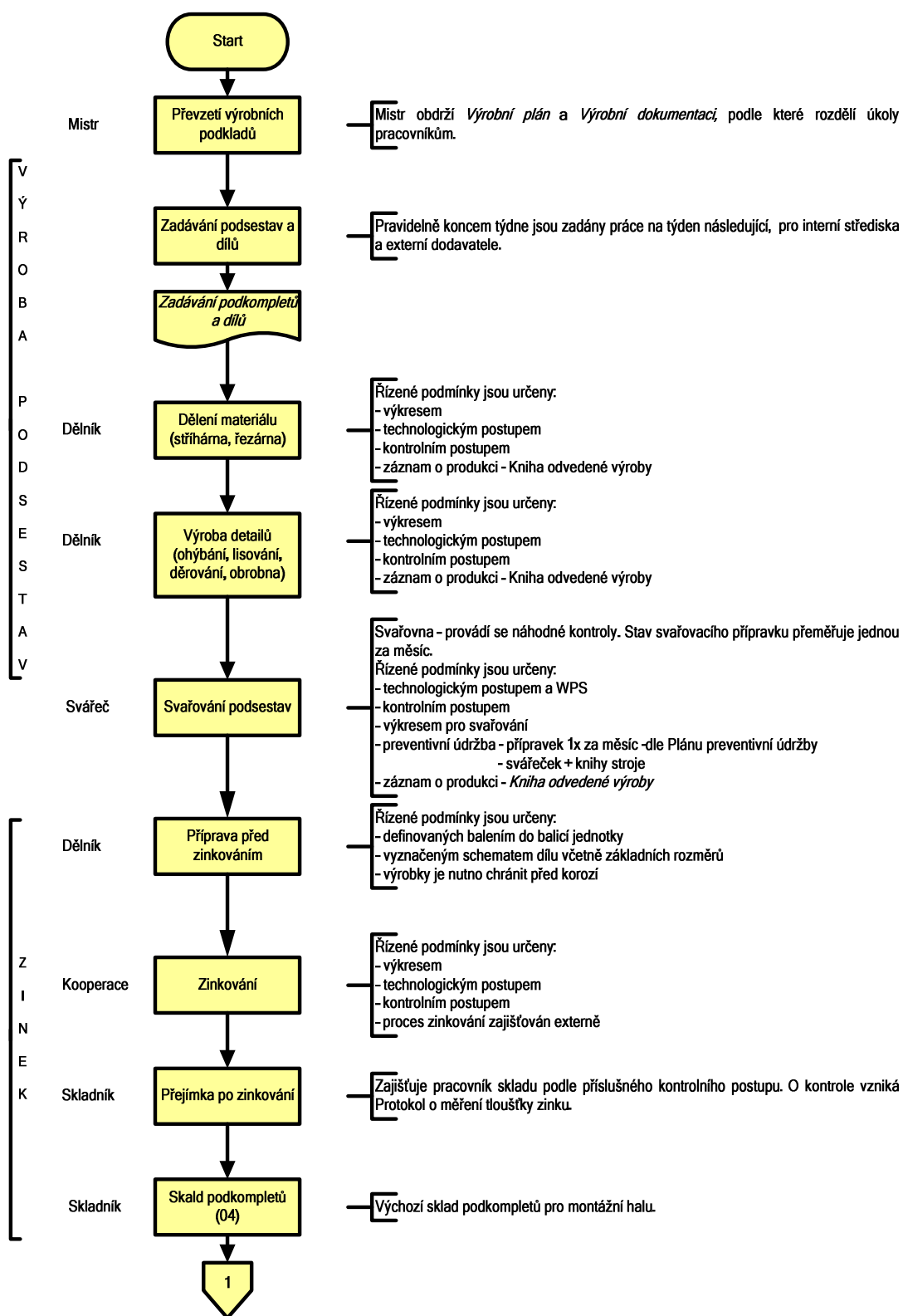
Obr. 1.8 Karta procesu výroby (9)

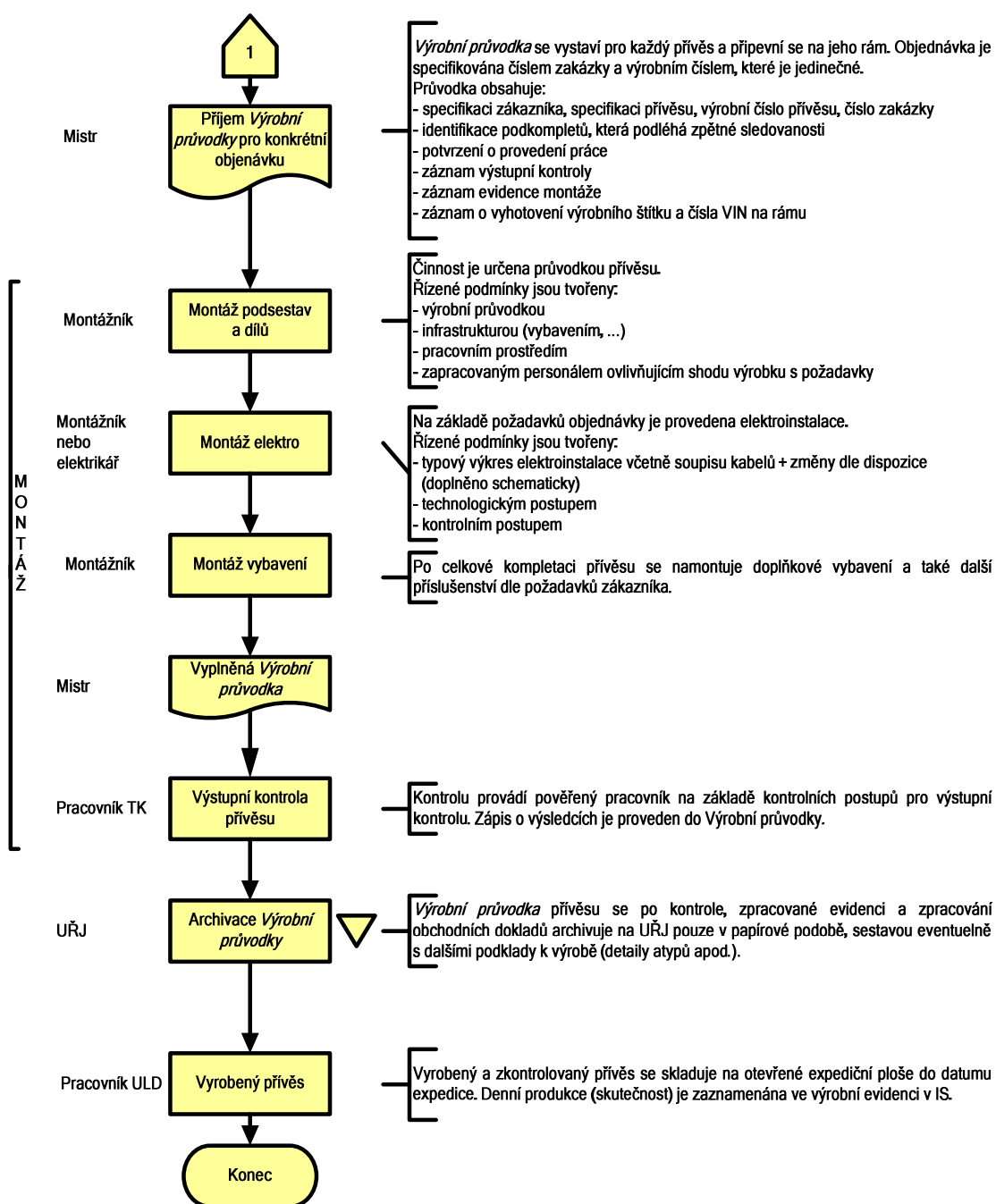
Odpovědnosti za jednotlivé činnosti a posloupnost událostí jsou uvedené přímo ve vývojovém diagramu (viz obr. 1.9).

Po vygenerování výrobní dokumentace (mzdové lístky, výrobní průvodka, výdejky na nakupovaný materiál, výdejky na podkomplety) jsou podklady předány mistrovi výroby/montáže.

Pro odměňování výrobních dělníků je použita forma úkolové mzdy, která je stanovena technologem.

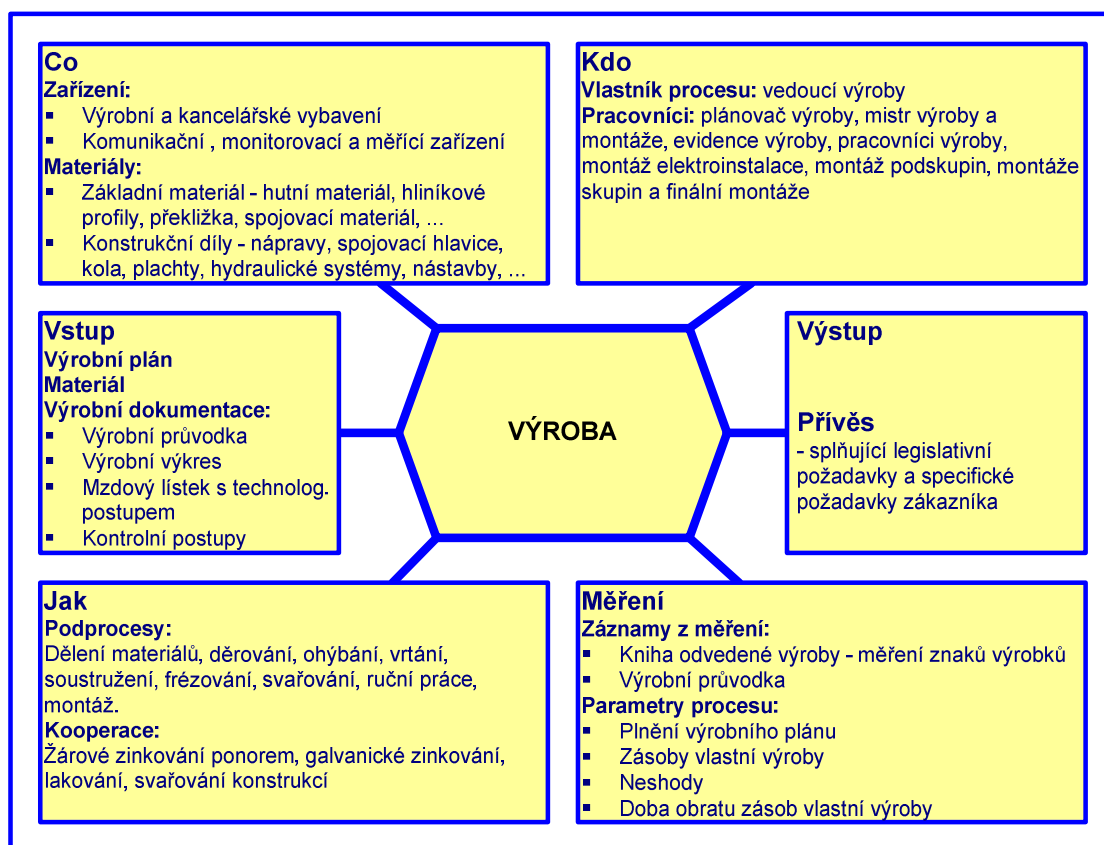
Na základě potvrzené smlouvy v IS, ve které je termín dodání produktu, vzniká plán odbytu. Po vytvoření plánu nakládky útvarem logistiky dopravy v pomocném souboru „nakladka.xls“ umístěném na síťovém disku, řídí mistr montáže výrobu finálních zakázek.





Obr. 1.9 Vývojový diagram procesu výroby přívěsů (9)

Analýza klíčových prvků procesu „Výroba“ je vyobrazena v diagramu „Želva“ (viz obr. 1.10)



Obr. 1.10 Želví diagram – Analýza procesu „Výroba“ (autor)

Výstupy z realizačních procesů, jejichž výsledek nelze následujícím monitorováním nebo měřením ověřovat, musí být validovány. Tento přístup ve společnosti v QMS je aplikován u třech procesů:

- zvláštní proces svařování,
- proces zinkování,
- proces utahování kolových šroubů.

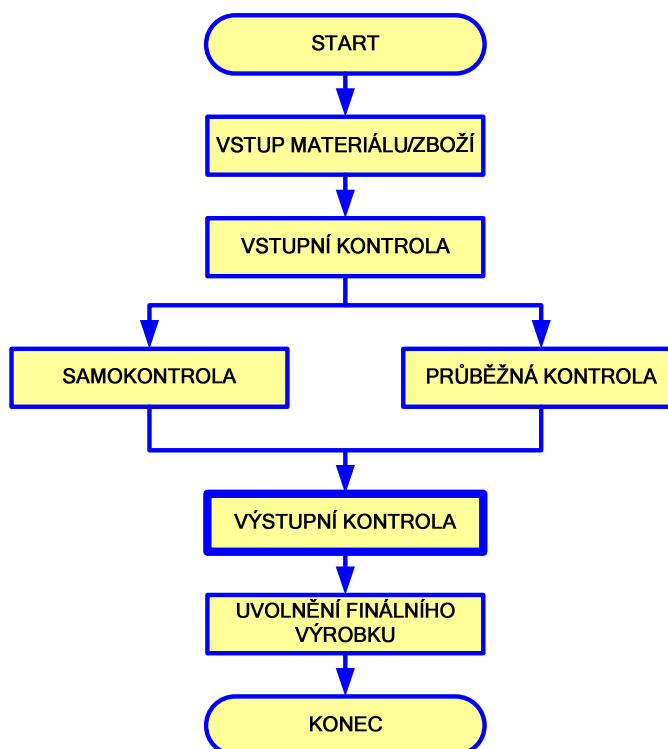
Identifikace je zajištěna během celého procesu výroby pomocí identifikačních štítků zelené barvy. V případě, že je zjištěna neshoda je materiál/výrobek identifikován červeným štítkem „Neshoda“.

Zpětná sledovatelnost je nastavena u vybraných důležitých podsestav vyrobeného přívěsů. Záznamy o typovém označení a čísle výrobní série podsestav se zpětnou sledovatelností jsou součástí „Výrobní průvodky“ viz příloha 2.

1.2.2 Výstupní kontrola

Jak již bylo uvedeno v úvodu, monitorování kvality produktů bude probíhat na klíčovém pracovišti „Výstupní kontroly“. Výstupní kontrola jako taková, je součástí procesu „Měření a monitorování výrobků“, který zajišťuje kontrolní a monitorovací činnosti ve výrobním procesu od vstupní kontroly až po uvolnění finálního výrobku.

Účelem kontrolních činností je prokázání shody skutečného stavu se stavem požadovaným. Vzhledem k charakteru výroby, kdy se jedná vždy o výrobu přívěsů, je na obr. 1.11 znázorněno schéma kontrol.

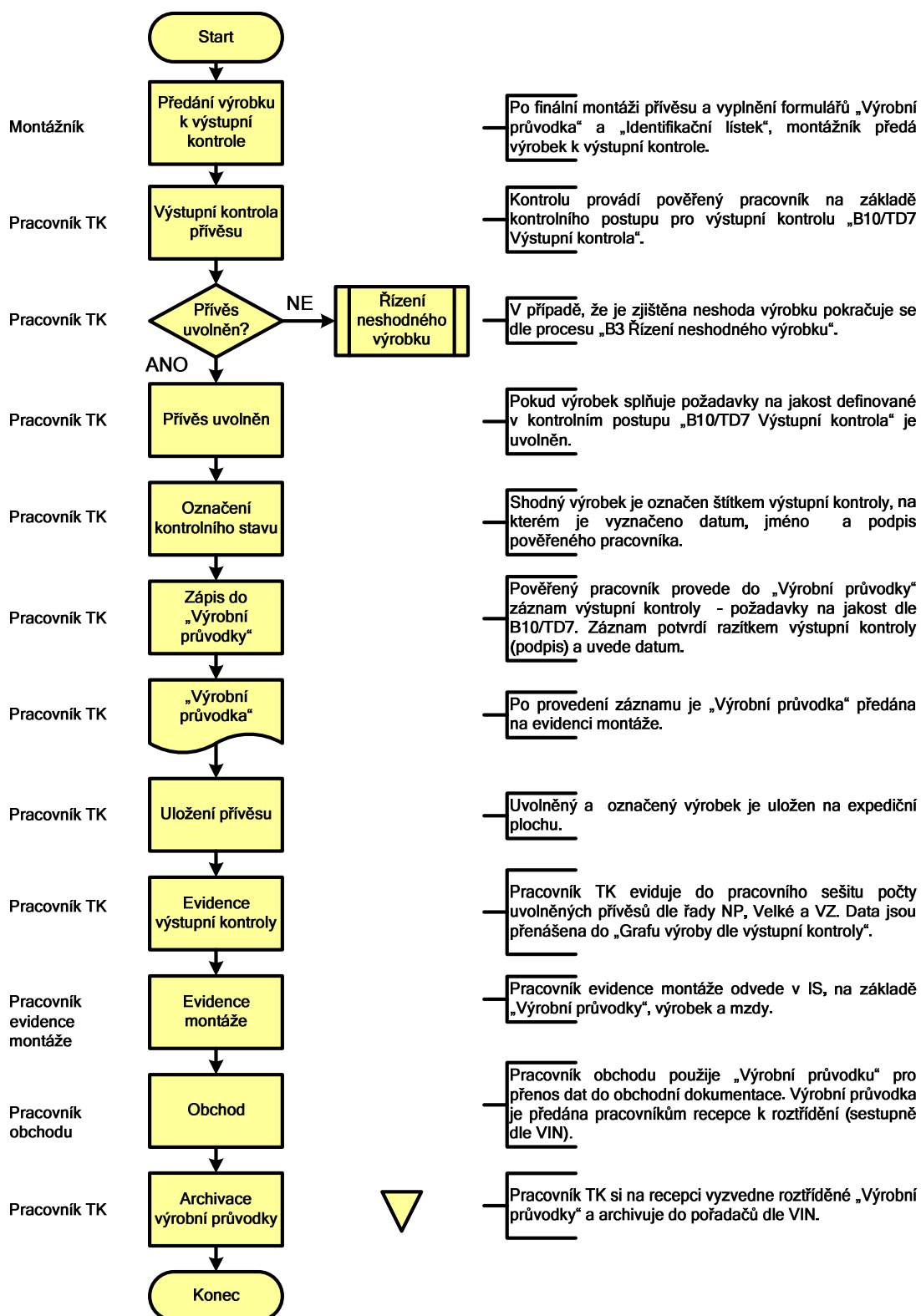


Obr. 1.11 Schéma kontrol (autor)

Povinností a hlavním úkolem „Výstupní kontroly“ je kontrolovat, zda jsou všechny finální výrobky kompletní, vyhovují-li příslušným technickým specifikacím, normám a splňují-li požadovanou funkci.

Pod pojmem kompletní výrobek se rozumí kompletnost samotného finálního výrobku včetně značení.

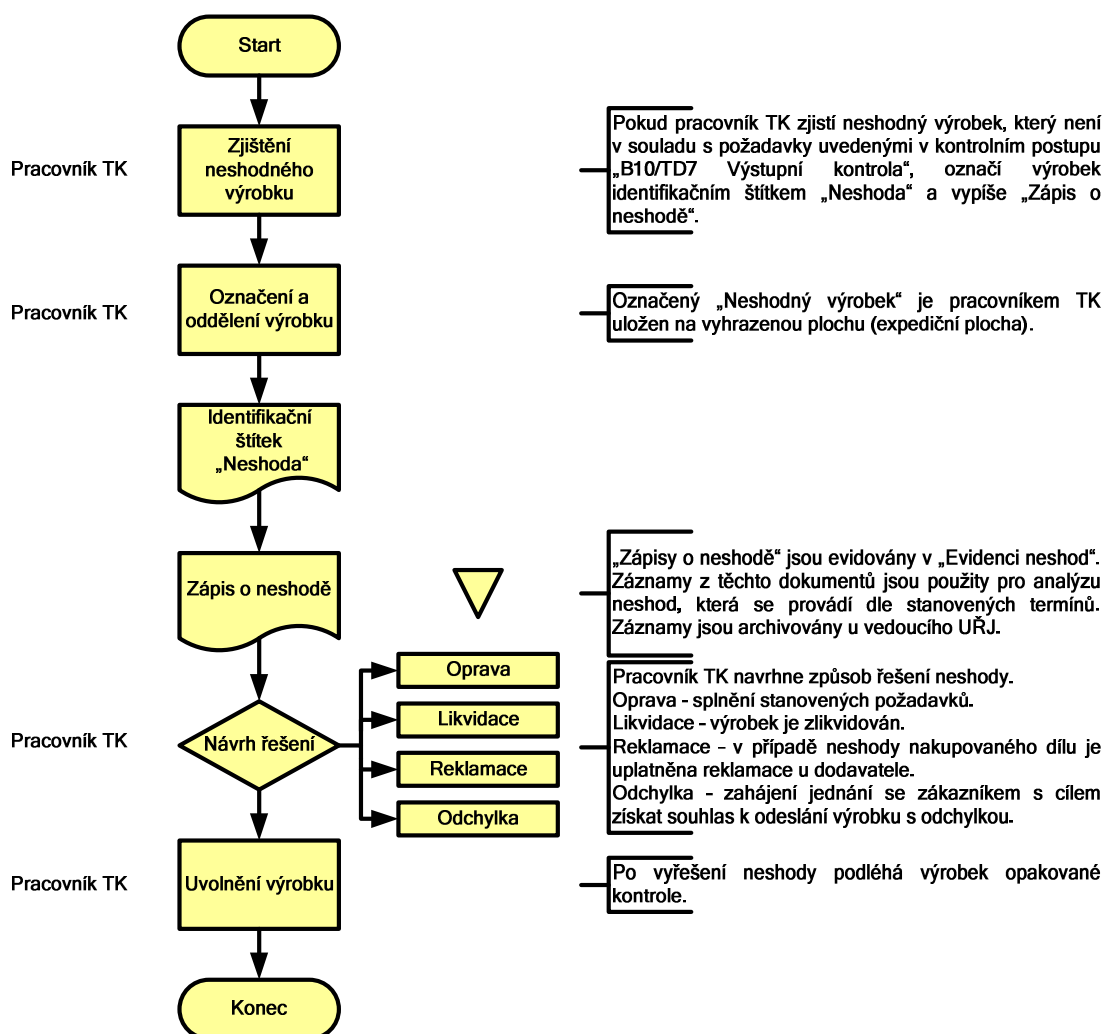
Výstupní kontrola ověřuje, zda všechny činnosti předepsané v dokumentovaných postupech byly dokončeny s vyhovujícím výsledkem, a že jsou k dispozici požadované údaje. Zabezpečuje, aby ze společnosti nebyly expedovány nekvalitní výrobky v rozporu s požadovanými specifikacemi. Pracovníci kontroly postupují dle kontrolního postupu „B10/TD7 Výstupní kontrola“ viz příloha 3. Popis činnosti výstupní kontroly je znázorněn pomocí vývojového diagramu (viz obr. 1.12).



Obr. 1.12 Činnost výstupní kontroly

1.2.3 Řízení neshodného výrobku

Tento proces zajišťuje činnosti, které je nutné provést, pokud se v kterékoliv fázi výrobního procesu vyskytnou výrobky, které nesplňují specifikované požadavky. Činnosti tohoto procesu na pracovišti výstupní kontroly jsou popsány vývojovým diagramem (viz obr. 1.13). Obdobný způsob řízení platí v jakékoliv fázi výrobního procesu.



Obr. 1.13 Činnosti řízení neshodného výrobku (autor)

Definice neshody dle ČSN EN ISO 9000 – „Neshoda je nesplnění požadavků“.

Zajištění efektivního řízení neshodného výrobku ve společnosti je zárukou a zároveň zdrojem informací pro neustále zlepšování jakosti ve výrobě přívěsů.

1.2.4 Analýza neshod finálních výrobků

Završením procesu „Řízení neshodného výrobku“ jsou měsíční analýzy neshod, které kvantifikují počet neshod a jejich příčiny. Hodnotí se i efektivnost a účinnost případných opatření.

Po provedení rozborů mohou být následně vystaveny „Opatření k nápravě“ nebo „Preventivní opatření“ a to především v případě opakujících se neshod nebo tam, kde se dá jejich opakovaný výskyt předpokládat. Tyto analýzy jsou předkládány vedení společnosti na poradách Rady jakosti. Rada jakosti je orgán, který je garantem kontinuálního zlepšování kvality a zvyšování produktivity.

Veškeré záznamy v procesech „Výroba“, „Výstupní kontrola“ a „Řízení neshodného výrobku“ jsou zaznamenávány v papírové podobě na dané formuláře. Některé tyto záznamy jsou přepisovány pomocí výpočetní techniky do elektronické podoby v aplikacích Word a Excel.

Tento způsob získávání dat z procesů není z hlediska dokumentování ideální. Dalším úskalím je vyhledávání informací pro ekonomické vyjádření výdajů nutných na odstranění neshody. V mnoha případech je zapotřebí spolupráce více osob např. technolog, mistr atd., ale ani tehdy není dosaženo požadovaných údajů.

Klíčovým problémem pro zajištění efektivního dokumentování neshod je nedokonalost tohoto systému, která je patrna z tab. 1.3.

Tab. 1.3 Výsledky analýz neshod za rok 2006 až 2008

Rok	Počet neshod	Počet vystavených opatření k nápravě na základě neshody	Počet kontrolovaných přívěsů
2005	9	6	10 999
2006	23	16	7 419
2007	9	3	7 809
2008	70	11	8 975

Data v tabulce sice působí, že v procesu „Výroba přívěsů“ je dlouhodobě identifikován jen malý počet neshod vzhledem k počtu kontrolovaných přívěsů, a proto lze usoudit, že je vše v nejlepším pořádku a zákazníci musí být velmi spokojeni. Avšak taková zjištění v praxi spíše předznamenávají, že s největší pravděpodobností je tomu právě naopak.

Pro analýzu neshod, která má v tomto případě zhodnocovat stávající stav procesu „Výroba“ představuje záznam o neshodě základní informaci. Aby tyto záznamy byly pro hodnocení stávajícího stavu relevantní, budou před zahájením sledování, v rámci zlepšování, implementovány nástroje IS pro sběr dat.

Vyhodnocení výsledků pozorování stávajícího stavu řeší kap. 3.

Z důvodů vyskytujících se určitých problémů v procesech a pro zjištění stávajícího stavu finálních výrobků, jsou před vlastním pozorováním stanoveny následující kroky:

- v rámci implementace IS bude vytvořen nástroj pro evidenci výstupní kontroly,
- v rámci implementace IS bude vytvořen nástroj pro řízení neshodného výrobu,
- bude po dobu 15 pracovních dnů probíhat zpřísněná výstupní kontrola,
- kontrola bude po tuto dobu sledování personálně posílena – celkem 2 pracovníci,
- pro zaznamenávání se stanoví kódy neshod a kódy příčin,
- bude kladen důraz na ekonomické vyjádření – náklady na neshody,
- pro vyhodnocení výsledků pozorování bude použit Paterův diagram.

2 TEORETICKÁ STUDIE STRATEGICKÝCH NÁSTROJŮ PRO ZLEPŠOVÁNÍ JAKOSTI

Cílem kapitoly této práce je představit postupy a metody plánování a neustálého zlepšování jakosti a ukázat příklady jejich praktického použití. Není cílem popsat všechny možné přístupy a metody, které lze v dané oblasti uplatnit, pozornost byla zaměřena zejména na ty, které jsou známy pod pojmem sedm „nových“ a sedm základních nástrojů managementu jakosti.

Pro efektivní plánování a neustálé zlepšování jakosti není nezbytné ovládat všechny uvedené postupy a metody v této kapitole, lze si vybrat pouze ty, které se pro daný účel jeví jako nejvhodnější. Nezbytné však je dodržet postupné kroky jejich aplikace a respektovat uváděné omezující podmínky. Nedodržení postupů nebo nesprávné použití metod může vést ke zkreslujícím výsledkům, které vedou nejen k nesprávným rozhodnutím, ale i ke ztrátě důvěry v danou metodu (7).

2.1 Sedm „nových“ nástrojů managementu jakosti (7)

Pro oblast plánování a zlepšování jakosti se doporučuje využití sedmi „nových“ nástrojů managementu jakosti. Označení sedm „nových“ nástrojů se používá proto, aby se tato skupina nástrojů odlišila od sedmi základních nástrojů managementu jakosti uvedených v následující kapitole.

Seskupování nástrojů do skupin po sedmi má svůj původ v Japonsku, kde sedmička je šťastným číslem. Stejně jako samuraj má mít s sebou sedm součástí výzbroje, aby si poradil v každé situaci, tak i každý, kdo se zabývá řízením jakosti, má být vybaven znalostmi těchto sedmi základních a sedmi „nových“ nástrojů.

Zatímco sedm základních nástrojů se používá zejména pro řešení problémů operativního řízení jakosti, sedm „nových“ nástrojů nachází své uplatnění zejména při plánování jakosti, v rámci něhož je potřeba zpracovávat různorodé informace, definovat cíle jakosti a stanovit vhodné postupy a metody k jejich dosažení. Stejně jako sedm základních, tak ani sedm „nových“ nástrojů přitom samozřejmě nepředstavuje vyčerpávající seznam vhodných metod.

Metodicky byla skupina sedmi „nových“ nástrojů jakosti rozpracována japonskou Společností pro vývoj metod řízení jakosti v průběhu sedmdesátých let. Označení „nové“ v žádném případě neznamená, že by nahrazovaly sedm základních nástrojů, ale vztahuje se k tomu, že tyto nástroje měly pomoci v nové éře komplexního řízení jakosti, přičemž řada z nich byla nově vytvořena nebo nově rozpracována jako nástroj managementu jakosti.

Mezi sedm „nových“ nástrojů managementu jakosti se řadí:

1. Afinitní diagram
2. Diagram vzájemných vztahů
3. Systematický (stromový) diagram
4. Maticový diagram
5. Analýza údajů v matici
6. Diagram PDPC
7. Síťový graf

Afinitní diagram a diagram vzájemných vztahů jsou velice cennými nástroji zejména při identifikaci problémů, systematický diagram, maticový diagram a analýza údajů v matici při návrhu způsobů řešení těchto problémů a diagram PDPC a síťový graf při plánování postupu řešení. Jedná se o metody vysoce efektivní, což souvisí zejména s výrazným uplatněním týmové práce a s důrazem na grafickou názornost. Maximálního efektu při aplikaci těchto nástrojů lze dosáhnout v případě, že nebudou používány izolovaně, ale jako organicky integrovaný soubor metod.

2.1.1 Afinitní diagram (diagram afinity) (7)

Afinitní diagram, někdy také označovaný jako diagram příbuznosti či shlukový diagram (nebo také „KJ metoda“), je vhodným nástrojem pro vytvoření a uspořádání velkého množství informací týkajících se určitého problému. Afinitní diagram pomáhá tyto informace uspořádat do příbuzných skupin a tak objasnit strukturu řešených problémů. Ukazuje se jako velice účinný zejména tam, kde tradiční postupy nevedou k požadovanému cíli.

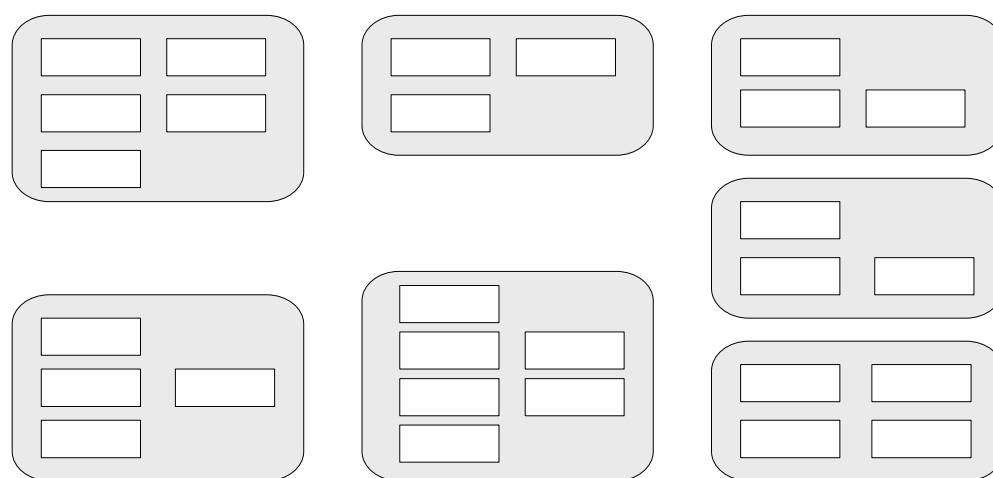
Tvorba afinitního diagramu probíhá v týmu a při jeho zpracování se uplatňuje zejména intuitivní myšlení. Profesní složení týmu by mělo přibližně korespondovat s řešenou problematikou, avšak je vhodné tým doplnit i o „neodborníky“ se všeobecnými znalostmi.

Prvním krokem by mělo být jednoznačné vymezení problému. Pro udržení pozornosti týmu se doporučuje zapsat řešený problém na viditelné místo. Úkolem týmu je pomocí brainstormingu shromáždit náměty, které by mohly přispět k vyřešení problému. Je snahou získat co nejvíce námětů, neboť se předpokládá, že čím jich bude více, tím je pravděpodobnější, že se mezi nimi vyskytnou náměty, které mohou zásadně přispět k vyřešení problému. Náměty získané pomocí brainstormingu lze dále doplnit informacemi získanými z jiných zdrojů, jako jsou literární rešerše, konzultace s odborníky, přímá pozorování apod. Všechny získané náměty se průběžně zapisují na kartičky. Je vhodné, aby záznam prováděl moderátor nebo zvolený zapisovatel a každý námět byl jasně formulován.

Po ukončení diskuse se kartičky se získanými náměty rozmístí na dostatečně velkou plochu a následuje jejich seskupování podle příbuznosti do přirozených skupin. Toto seskupování by členové týmu měli provádět v tichosti. Fázi seskupování námětů by moderátor měl ve vhodném čase

ukončit, aby počet vytvořených skupin nebyl ani příliš malý, ani příliš velký (doporučuje se cca 7-10 skupin).

Důležitým krokem následujícím po vytvoření skupin příbuzných námětů je jejich pojmenování, které by mělo jednotlivé skupiny výstižně charakterizovat. Na základě dosažených výsledků se pak sestrojí afinitní diagram, který názorně zobrazuje všechny náměty uspořádané do skupin (viz obr. 2.1), který se ještě někdy doplňuje zobrazením vzájemných vazeb mezi náměty či skupinami. Pro lepší porozumění informacím strukturovaným v afinitním diagramu se doporučuje jeho písemná a ústní prezentace. Zpracovaný afinitní diagram by se měl stát „živým“ záznamem, se kterým by se mělo dále pracovat a případně doplňovat o další zjištěné náměty.



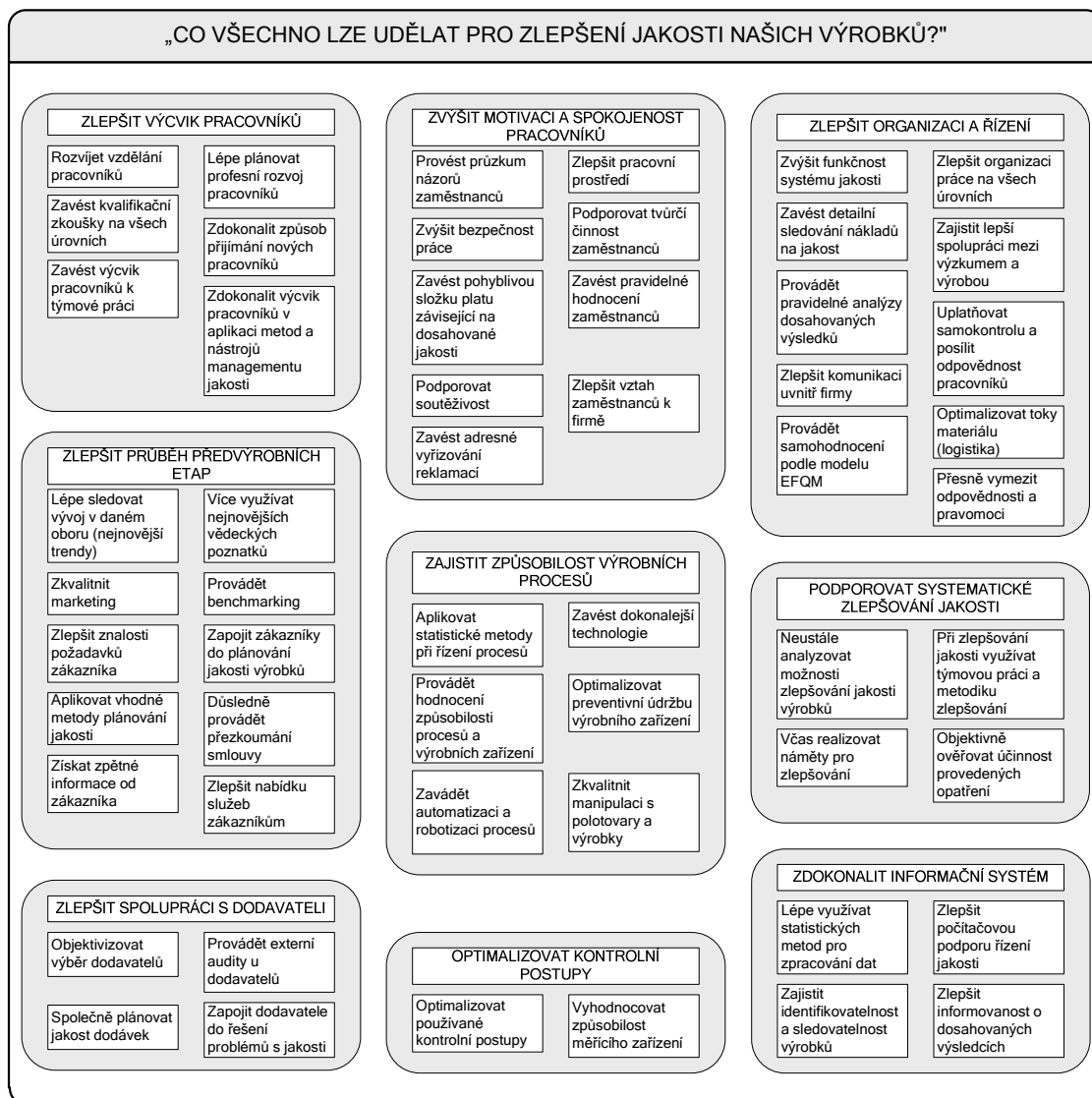
Obr. 2.1 Struktura afinitního diagramu (7)

Afinitní diagram je vzhledem k množství zpracovaných námětů metodou vysoce efektivní. Na rozdíl od různých diskusí na běžných poradách, kdy řada námětů zůstane nevyslovena a mnohé z vyslovených nejsou nikdy uvažovány, se při zpracování afinitního diagramu vede k hlubšímu pochopení řešeného problému a je velmi dobrým východiskem pro jeho řešení.

Použití afinitního diagramu je vhodné zejména v těch případech, kdy řešený problém je složitý a obtížně zpracovatelný, vyžaduje zapojení skupiny řešitelů nebo vyžaduje řešení, které neodpovídá tradičnímu přístupu. Afinitní diagram lze doporučit v řadě situací při odhalování podstaty problémů či hledání způsobů jejich řešení. Lze ho velmi dobře využít při hledání odpovědí na otázky typu: „Co všechno můžeme udělat pro zlepšení jakosti našich výrobků?“, „Jak zvýšit účinnost vzdělání pracovníků?“, „Jaké vlastnosti by měl mít náš nový výrobek?“, „Jak dosáhnout lepší motivace pracovníků?“, „Jak koncipovat politiku jakosti firmy?“, „Co všechno lze udělat pro zavedení TQM ve firmě?“ atd.

Na obr. 2.2 je uveden příklad afinitního diagramu zpracovaného při hledání odpovědí na otázku: „Co všechno lze udělat pro zlepšení našich

výrobků“, ve které jsou shrnuty výsledky několika praktických aplikací. Uvedené náměty nemusí postihovat všechny možné aktivity a lze očekávat, že v konkrétních podmínkách budou doplněny dalšími.



Obr. 2.2 Příklad afinitního diagramu (7)

2.1.2 Diagram vzájemných vztahů (7)

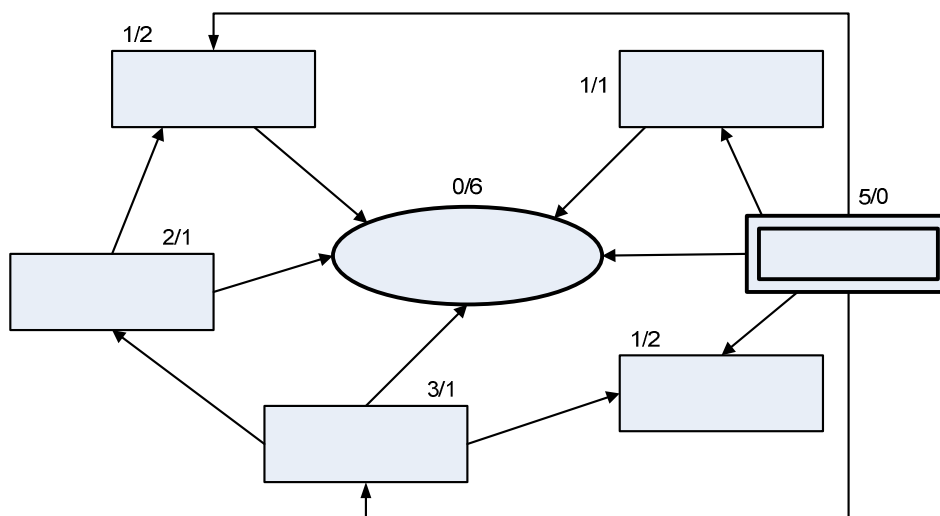
Diagram vzájemných vztahů, někdy také označovaný jako relační diagram, umožňuje identifikovat logické nebo příčinné souvislosti mezi jednotlivými náměty, jež se vztahují k řešenému problému. Tento nástroj se uplatňuje zejména tehdy, když studovaný problém je charakterizován složitými logickými nebo příčinnými vazbami a vyžaduje jejich dokonalé pochopení.

Výchozími údaji pro sestavení diagramu vzájemných vztahů mohou být náměty (dílní součásti problému, příčinné faktory, činnosti apod.) vytvořené při sestavování afinitního diagramu. Obvykle se však nepracuje se všemi vytvořenými náměty, protože zobrazení vzájemných vztahů by mohlo být značně nepřehledné, ale jen s jednotlivými skupinami námětů nebo s náměty

v jedné vybrané skupině. V průběhu zpracování diagramu lze samozřejmě doplňovat nově zjištěné náměty.

Zpracování diagramu vzájemných vztahů probíhá opět v týmu. Na pracovní plochu se zaznamená řešený problém a kolem něj se rozmístí náměty, které se k němu vztahují. Úkolem týmu je nyní analyzovat vzájemné příčinné nebo logické souvislosti mezi jednotlivými náměty. Zjištěné vztahy se zobrazují šipkami, jež směřují v případě příčinných vztahů od příčiny k následku, v případě logických vztahů od východiska k následku. Pomocí šipek se rovněž zobrazuje vztah k řešenému problému.

Po tomto týmovém posouzení všech vzájemných vazeb a jejich zobrazení pomocí šipek se pro každý námět stanoví počet šipek z něho vystupujících a k němu směřujících a zjištěné hodnoty se zaznamenají do diagramu (viz obr. 2.3). Jedná se v podstatě o vyhodnocení kolikrát byl posuzovaný námět ve vztahu k ostatním východiskem (nebo příčinou) a kolikrát následkem. Námět, od něhož vychází nejvíce šipek, představuje, v závislosti na tom, zda se jedná o logické nebo příčinné vztahy, klíčové východisko nebo klíčovou příčinu problému. Obdobně námět z kartičky, k níž směřuje nejvíce šipek představuje klíčový následek. Současně se stanoví pořadí ostatních námětů od klíčového východiska či příčiny ke klčovému následku.



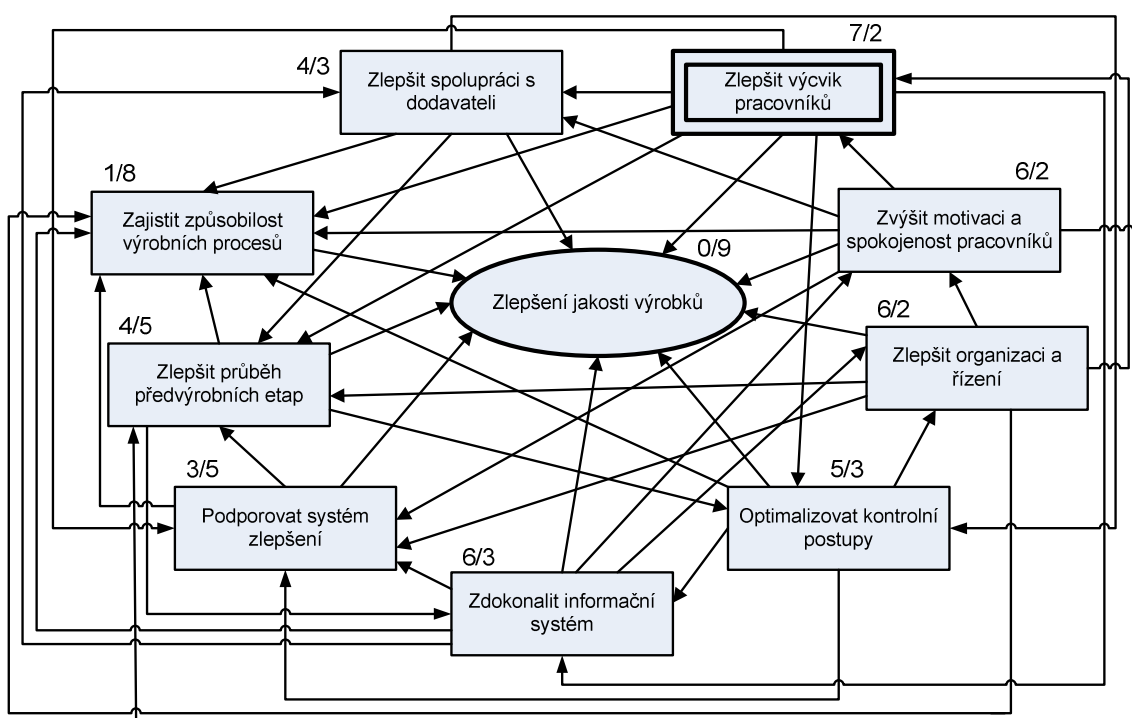
Obr. 2.3 Struktura diagramu vzájemných vztahů (7)

Zpracování diagramu vzájemných vztahů často vyžaduje několik schůzek týmu, neboť k objasnění některých vzájemných vztahů je potřeba provádět samostatná šetření. Zpracovaný diagram umožňuje lépe porozumět struktuře a vzájemným souvislostem mezi dílčími součástmi studovaného problému a stanovit priority při jeho řešení.

Diagram vzájemných vztahů je vhodnou metodou při hledání odpovědí na otázky typu: „Jak spolu souvisí příčiny nízké prodejnosti našich výrobků a

„která příčina je klíčová?“, „Kde začít a jak postupovat při zlepšování jakosti našich výrobků?“ atd.

Na obr. 2.4 je uveden příklad diagramu vzájemných vztahů navazující na příklad afinitního diagramu (viz obr. 2.2). Jako hlavní aktivity orientované na zlepšení jakosti výrobků jsou zde uvedeny názvy skupin námětů v afinitním diagramu. Dosažené výsledky ukazují, že klíčovým východiskem zlepšení jakosti výrobků je zlepšení výcviku pracovníků. Vysokou prioritu má rovněž zlepšení organizace a řízení, zvýšení motivace a spokojenosti pracovníků a zdokonalení informačního systému.



Obr. 2.4 Diagram vzájemných vztahů pro hlavní aktivity orientované na zlepšení jakosti výrobků (7)

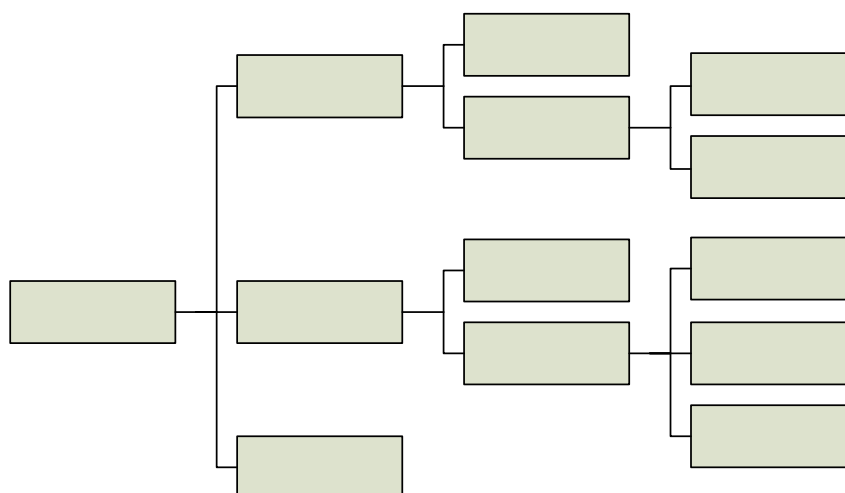
2.1.3 Systematický (stromový) diagram (7)

Systematický diagram, někdy také označovaný jako stromový diagram, je názorný zobrazení systematické dekompozice určitého celku na jednotlivé dílčí části. Používá se například k rozložení problému na dílčí problémy, k vytvoření plánu řešení problému, k zobrazení struktury příčin problému apod. Například v případě zobrazení struktury příčin problému systematický diagram může sloužit k přehlednému přepisu informací zpracovaných v diagramu příčin a následků.

Tvorba systematického diagramu by měla být opět týmovou prací. V případech, kdy pro daný problém již byl konstruován afinitní diagram nebo diagram vzájemných vztahů lze využít již vytvořené náměty a rovněž stanovené vzájemné vztahy. V případě, že se pro řešení problému konstruuje přímo systematický diagram, je potřeba pomocí brainstormingu soubor

námětů k řešenému problému nejprve vytvořit. Zpracování systematického diagramu spočívá v systematické dekompozici řešeného problému, jež se provádí postupným přiřazováním kartiček s náměty, jež vždy rozvíjejí předcházející úroveň až do dosažení dostatečné úrovně podrobnosti (viz obr. 2.5). Tuto postupnou dekompozici lze usnadnit vhodně volenými otázkami. V případě zjištění logických mezer tým operativně pomocí brainstormingu doplňuje další rozvíjející náměty.

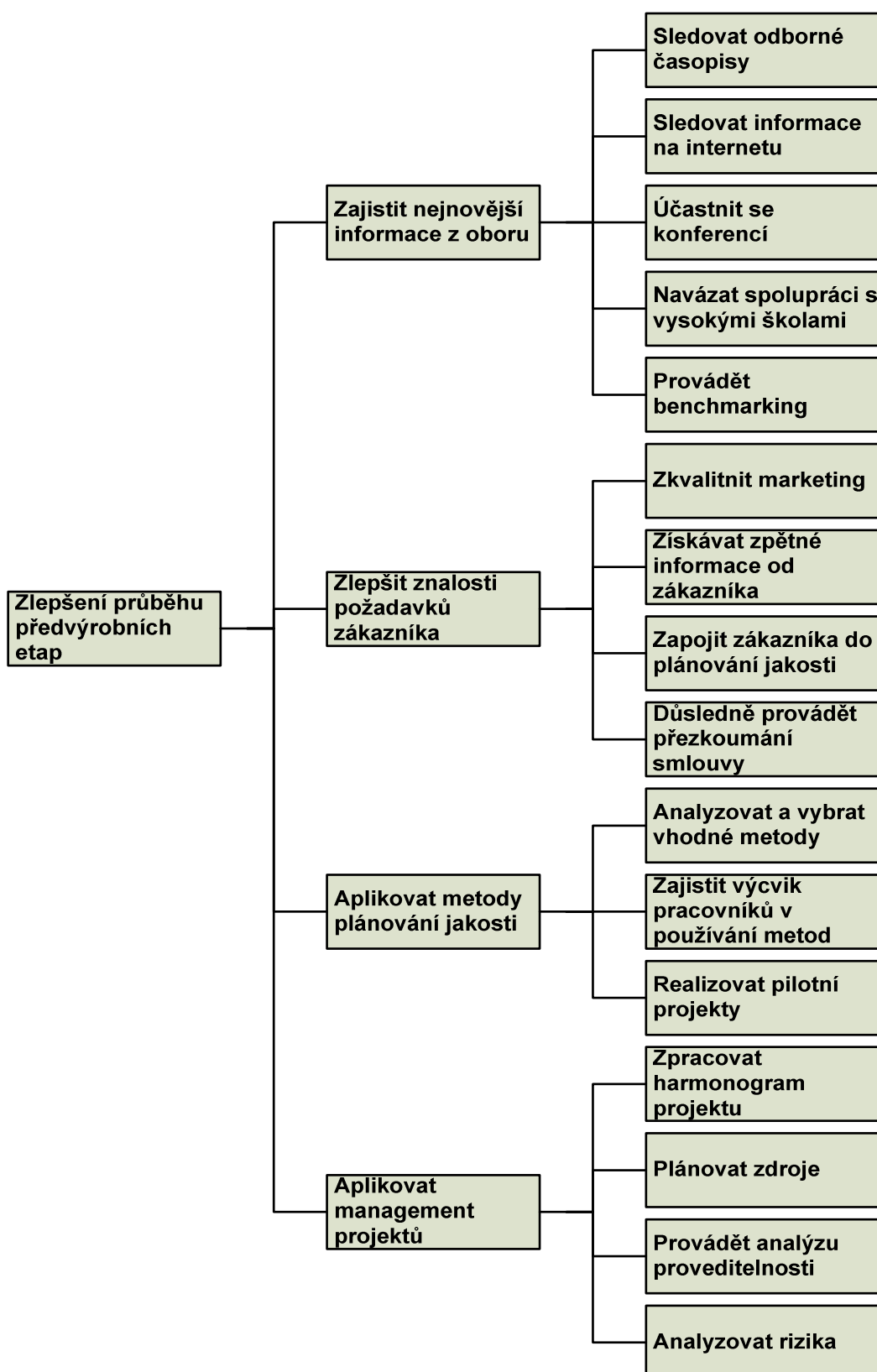
Velice cennou aplikací systematického diagramu je postupná dekompozice požadovaného cílového stavu na jednotlivé dílčí činnosti, které je potřeba provést k jeho dosažení. Sestavený systematický diagram představuje názorné logické uspořádání všech dílčích kroků, jejichž provedení by mělo zajistit dosažení plánovaného cíle. To je důležité zejména vzhledem k častým snahám přeskakovat od celkových cílů hned k detailům. Postupná dekompozice složitějších činností by měla být provedena do té míry, aby byly získány konkrétní dílčí úkoly, kterým lze přiřadit odpovědnost jednotlivých pracovníků.



Obr. 2.5 Struktura systematického diagramu (7)

Systematický diagram lze využít v řadě dalších praktických situací, například při rozkladu požadavků zákazníka na konkrétní dílčí požadavky, zobrazení logické struktury problému nebo pro systematické uspořádání námětů získaných při zpracování afinitního diagramu či diagramu vzájemných vztahů.

Na obr. 2.6 je uveden příklad systematického diagramu aktivit vedoucích ke zlepšení průběhu předvýrobních etap, tedy jednoho z hlavních směrů identifikovaných v afinitním diagramu pro zlepšení jakosti výrobků. Pro zjednodušení jsou uvedeny pouze první tři úrovně dekompozice.



Obr. 2.6 Systematický diagram aktivit vedoucích ke zlepšení průběhu předvýrobních etap (7)

2.1.4 Maticový diagram (7)

Maticový diagram se používá k posouzení vzájemných souvislostí mezi dvěma nebo více oblastmi problému. Jeho použití pomáhá lokalizovat a odstranit „bílá místa“ v informační bázi vztahující se k problému, identifikovat nejdůležitější prvky jednotlivých oblastí a optimalizovat jejich hodnoty. Nejčastěji se využívají maticové diagramy tvaru „L“, méně se uplatňují maticové diagramy tvaru „T“, „Y“ a „X“, které jsou kombinacemi několika diagramů tvaru „L“.

Maticový diagram tvaru „L“ (viz. obr. 2.7) je dvojrozměrný diagram (matice), který vysvětluje souvislosti mezi dvěma oblastmi, jež se skládají z řady prvků. Jednotlivé oblasti (vícerozměrné proměnné) v maticovém diagramu mohou představovat téměř cokoliv, mohou to být činnosti, seznam položek, vlastnosti výrobku, parametry procesu atd.

Kromě výše uvedených příkladů lze maticový diagram využít v řadě dalších praktických aplikací, například při analýze souvislostí mezi vlastnostmi výrobku a vlastnostmi výchozí suroviny, mezi požadavky na určité funkční místo a znalostmi, dovednostmi a charakterovými vlastnostmi pracovníka, mezi užitnými a technickými parametry výrobku, mezi vlastnostmi materiálu a měřitelnými parametry atd.

		B								
		b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	b9
A	a1									
	a2									
	a3									
	a4									
	a5									
	a6									
	a7									

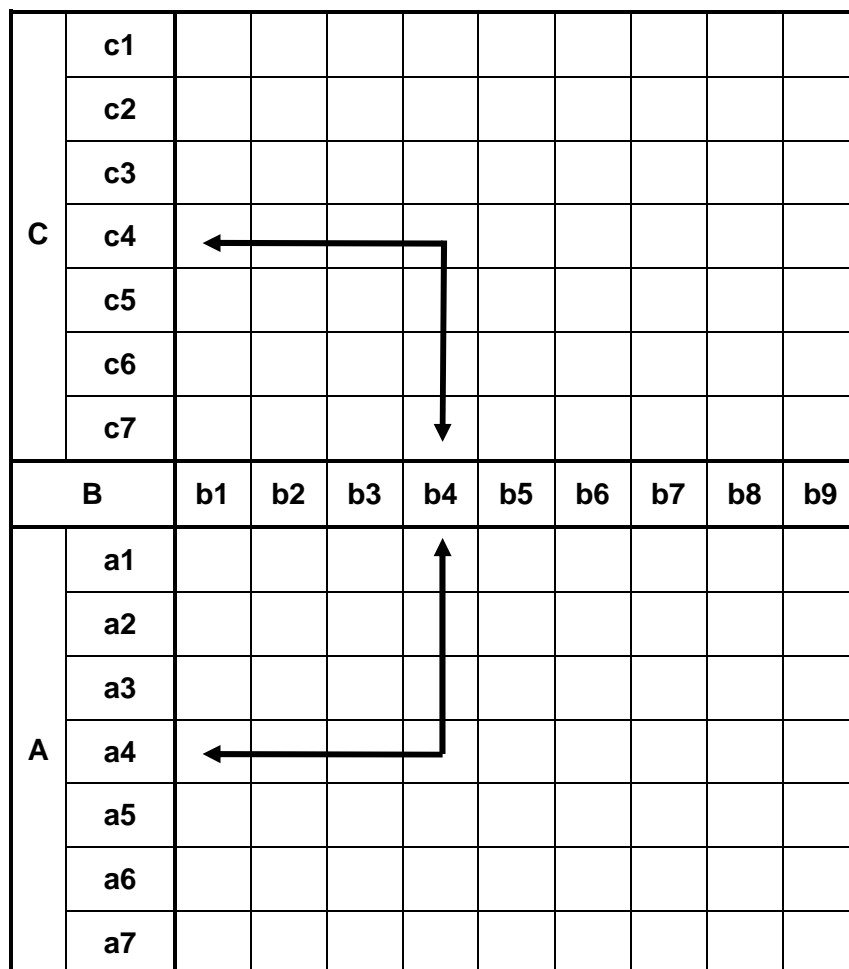
Obr. 2.7 Maticový diagram tvaru „L“ (7)

Maticový diagram tvaru „T“ (viz obr. 2.8) je používán pro posouzení vzájemných vztahů prvků dvou proměnných k prvkům jedné společné proměnné. Diagram tohoto typu může vzniknout spojením dvou maticových diagramů zobrazujících vzájemné vztahy mezi požadavky zákazníka a znaky jakosti výrobku a mezi znaky jakosti výrobku a parametry procesu.

Maticový diagram tvaru „Y“ resp. obráceného „Y“ (viz obr. 2.9) je používán k posouzení vzájemných vztahů prvků tří proměnných. Diagram

tohoto typu umožňuje koncentrovat údaje ze tří maticových diagramů tvaru „L“, v případě, že všechny znázorňují vzájemné korelace pouze tří proměnných.

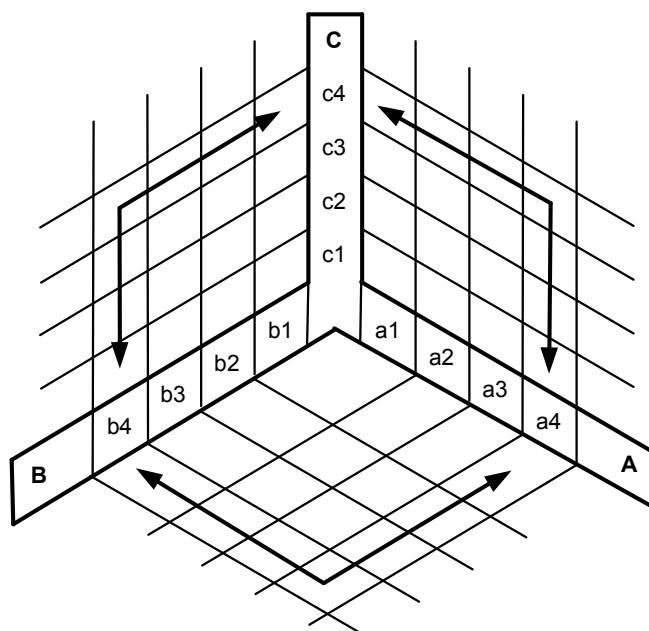
Maticový diagram tvaru „X“ resp. „+“ (viz obr. 2.10) se používá jen zřídka. Tento diagram umožňuje koncentrovat údaje ze čtyř maticových diagramů tvaru „L“, neumožňuje však znázornit vzájemné korelace prvků všech proměnných. Jedná-li se například o proměnné A, B, C a D, lze pomocí maticového diagramu tvaru „X“ přehledně znázornit vzájemné korelace mezi prvky proměnných A ...B, B ...C, C ...D a D ...A.



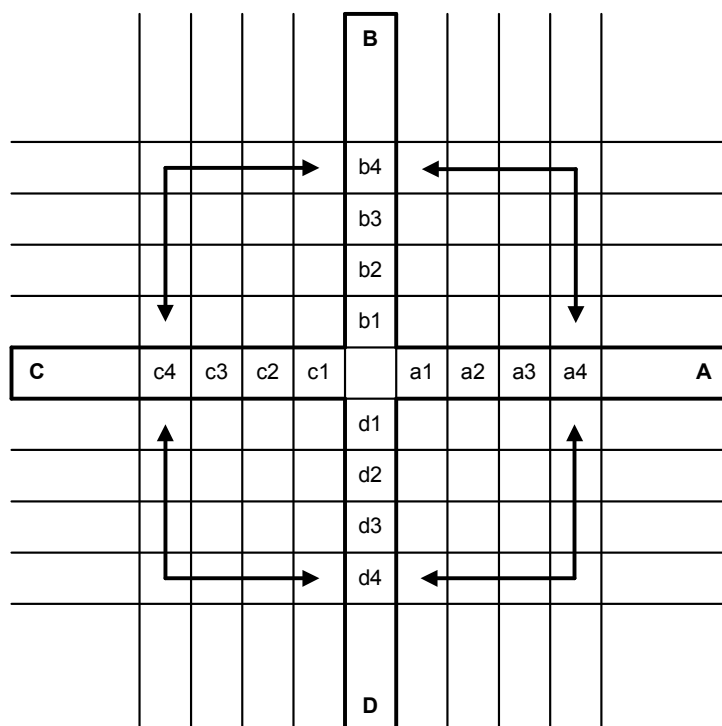
Obr. 2.8 Maticový diagram tvaru „T“ (7)

Práce týmu zpracovávajícího maticový diagram začíná vymezením oblastí problému (proměnných) a stanovením jejich prvků. K určení dostatečně konkrétních prvků jednotlivých oblastí je vhodné využít systematický diagram. Poté se sestojí odpovídající typ maticového diagramu, v němž se stanovené prvky zaznamenají do záhlaví jednotlivých sloupců a řádků. V další fázi tým analyzuje a kvalitativně hodnotí míru vzájemných vztahů mezi jednotlivými prvky oblastí. Obvykle se rozlišují čtyři úrovně vztahů: silná závislost, průměrná závislost, slabá závislost a nezávislost. Míra závislosti mezi jednotlivými prvky se vyjadřuje vhodně zvolenými grafickými

symbols (případně bodovým hodnocením), které se zapisují do buněk maticového diagramu.



Obr. 2.9 Maticový diagram tvaru „Y“ (7)



Obr. 2.10 Maticový diagram tvaru „X“ (7)

Zpracovaný maticový diagram poskytuje celou řadu cenných informací. Je vhodným podkladem týmu pro posouzení úplnosti analyzovaných prvků, komplexní analýzu vztahů mezi prvky obou proměnných a pro vyhodnocení

důležitosti jednotlivých prvků. Analýzu lze provádět na základě vizuálního posouzení rozmístění jednotlivých symbolů a míry jejich výskytu v jednotlivých řádcích a sloupcích nebo pomocí kvantitativního hodnocení míry důležitosti jednotlivých prvků, jež využívá bodové hodnocení míry vzájemných vztahů.

2.1.5 Analýza údajů v matici (7)

Analýza údajů v matici se zaměřuje na porovnávání různých položek (vícerozměrných proměnných) charakterizovaných řadou prvků. Příslušnými položkami mohou být jednotlivé výrobky, jednotlivé varianty návrhu, suroviny z různých lokalit, jednotliví dodavatelé, pracovníci apod. Toto zkoumání již vyžaduje shromáždění číselných údajů o prvcích posuzovaných proměnných. Pro analýzu údajů v matici se využívají například tyto metody:

- a) analýza hlavních komponent
- b) stanovení „vzdáleností“ mezi vícerozměrnými proměnnými
- c) mapa (vjemová mapa, poziční mapa)
- d) plošný diagram (glyf)

a) Analýza hlavních komponent

Analýza hlavních komponent patří mezi vícerozměrné statistické metody z oblasti faktorové analýzy užívané k redukci počtu prvků vícerozměrných prvků. Při její aplikaci se na základě analýzy vzájemných korelací mezi původními prvky konstruuje nové „umělé“ prvky tzv. hlavní komponenty, od nichž požadujeme, aby vysvětlovaly maximum celkového rozptylu původních prvků. Tyto hlavní komponenty představují lineární kombinace původních prvků, tedy jedná se o latentní veličiny, které obvykle nelze přímo měřit, které však mohou mít určitou věcnou interpretaci, která pomůže odhalit strukturu řešené problematiky.

Podaří-li se vysvětlit podstatnou část celkové variability původních prvků pomocí několika hlavních komponent, umožňuje analýza hlavních komponent porovnávat vícerozměrné proměnné pomocí názorného grafického zobrazení.

b) Stanovení vzdálenosti mezi vícerozměrnými proměnnými

Při tomto způsobu analýzy údajů v matici se porovnávají vícerozměrné proměnné pomocí vhodně zvolené metriky vzdálenosti. Vlastnímu vyhodnocení předchází shromáždění objektivních údajů o prvcích posuzovaných proměnných a vymezení optimálních hodnot prvků (definování optimální resp. ideální proměnné). Není přitom podmínkou, aby hodnoty prvků optimální proměnné byly reálné.

Velice důležitým výchozím krokem postupu stanovení vzdálenosti mezi vícerozměrnými proměnnými je určení prvků těchto proměnných (například znaků jakosti), jejichž hodnoty jsou pro posuzování rozhodující. Mělo by se jednat o měřitelné nebo alespoň číselně hodnotitelné znaky a jejich hodnoty by měly být vzájemně nezávislé. Shromáždění údajů o hodnotách prvků

jednotlivých proměnných by mělo být provedeno stejným postupem (například stejný způsob vzorkování suroviny) a mělo by být dostatečně objektivní.

V obecném případě budou mít shromážděné údaje podobu uvedenou v tab. 2.1.

Tab. 2.1 Tabulka hodnot pro analýzu údajů v matici (7)

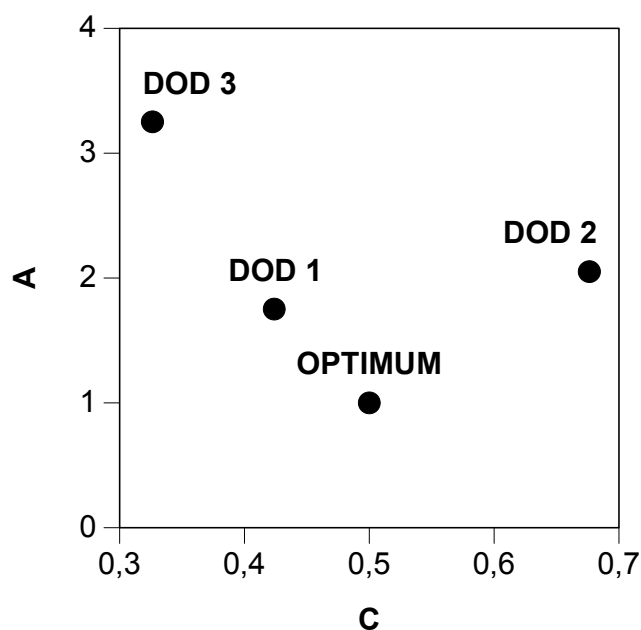
PROMĚNNÁ (i)	PRVEK (j)					
	1	2	3	4	...	n
1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}		x_{1n}
2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}		x_{2n}
3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}		x_{3n}
...						
m	x_{m1}	x_{m2}	x_{m3}	x_{m4}		x_{mn}

Je potřeba upozornit na to, že objektivita hodnocení sledovaných proměnných na základě uvedených vzdáleností vyžaduje splnění některých předpokladů. Rozhodujícím předpokladem je, že číselné hodnoty všech prvků jsou vzájemně srovnatelné. Pokud tomu tak není, je potřeba provést vhodnou transformaci hodnot, například zavedením bodového hodnocení. Dále se předpokládá, že všechny sledované prvky jsou ve vztahu ke studovanému problému stejně důležité a na sobě nezávislé a že u všech proměnných, včetně ideální, jsou hodnoty všech uvedených prvků k dispozici.

c) „Mapa“ (vjemová mapa, poziční mapa)

„Mapa“ je názorným grafickým zobrazením polohy posuzovaných položek (proměnných) v rovině na základě hodnot dvou prvků. Toto omezení znamená, že v případě vícerozměrných proměnných je potřeba vybrat dva prvky, které jsou z hlediska cíle analýzy rozhodující, nebo zpracovat několik map, které danou položku posuzují z různých hledisek. Určitou možností zohlednění hodnoty dalšího (třetího) prvku je zpracování prostorové mapy případně promítnutí hodnoty třetího prvku do typu či velikosti symbolu použitého k zobrazení bodu. Zobrazení položek v mapě umožňuje jejich kategorizaci z hlediska dvou posuzovaných prvků, analýzu jejich vzájemné podobnosti a v případě, že jsou definovány optimální hodnoty prvků i posouzení „vzdáleností“ jednotlivých položek od optima. Tato jednoduchá grafická metoda je široce využitelná pro porovnávání výrobků, surovin, výrobních linek, dodavatelů, pracovníků atd.

Na obr. 2.11 je uveden příklad mapy porovnávající suroviny jednotlivých dodavatelů s ohledem na hodnoty znaků jakosti A a C. Pozice surovin vůči optimu ukazuje, že z hlediska znaků A a C se optimu nejvíce blíží surovina dodavatele 1.



Obr. 2.11 Mapa porovnávající suroviny jednotlivých dodavatelů z hlediska znaků jakosti A a C (7)

d) Plošný diagram (glyf)

Plošný diagram (glyf) umožňuje grafické porovnání vícerozměrných proměnných obsahující tři a více prvků. Hodnoty prvků (např. znaků jakosti) se vynášejí na paprskovitě umístěné osy, jejich počet odpovídá počtu sledovaných prvků. Spojením vynesенých hodnot se vytváří ohraničená plocha, jež charakterizuje vlastnosti proměnné z hlediska všech sledovaných prvků. Takto znázorněné plochy umožňují názorné porovnání různých proměnných. Rovněž u tohoto nástroje je žádoucí, aby byl pro porovnání vždy zpracován plošný diagram odpovídající optimálním hodnotám prvků.

K tomu, aby plošné diagramy měly dostatečnou vypovídací schopnost, je potřeba dodržet některé obecné zásady pro jejich konstrukci. Na všech paprskovitě orientovaných osách by měl být zajištěn k lepším hodnotám prvků (do středu nebo od středu os), jinak řečeno, optimum by mělo být charakterizováno buď nejmenší nebo největší plochou. V případě, že u některých prvků je optimální nejvyšší hodnota a u jiných nejnižší hodnota, lze tento požadavek zajistit opačným směrem měřítka na osách. Jinou možností je použít jiný znak jakosti, jehož hodnoty mají opačný průběh. Pokud je za nejlepší považována určitá nominální hodnota prvku, je vhodné na příslušnou osu vynášet absolutní hodnoty odchylek od této hodnoty. Při zpracování plošných diagramů lze pracovat s původními hodnotami prvků (není nutná transformace na bodové či jiné hodnocení).

2.1.6 Diagram PDPC (7)

Diagram PDPC (Proces Decision Programm Chart) je nástroj, pomocí něhož se identifikují možné problémy, které mohou nastat při realizaci plánovaných činností a navrhuje se vhodná protipatření. Jeho použitím lze

minimalizovat riziko výskytu problémů při provádění plánovaných činností. Základní myšlenkový postup je u tohoto nástroje v principu stejný jako u metody FMEA procesu.

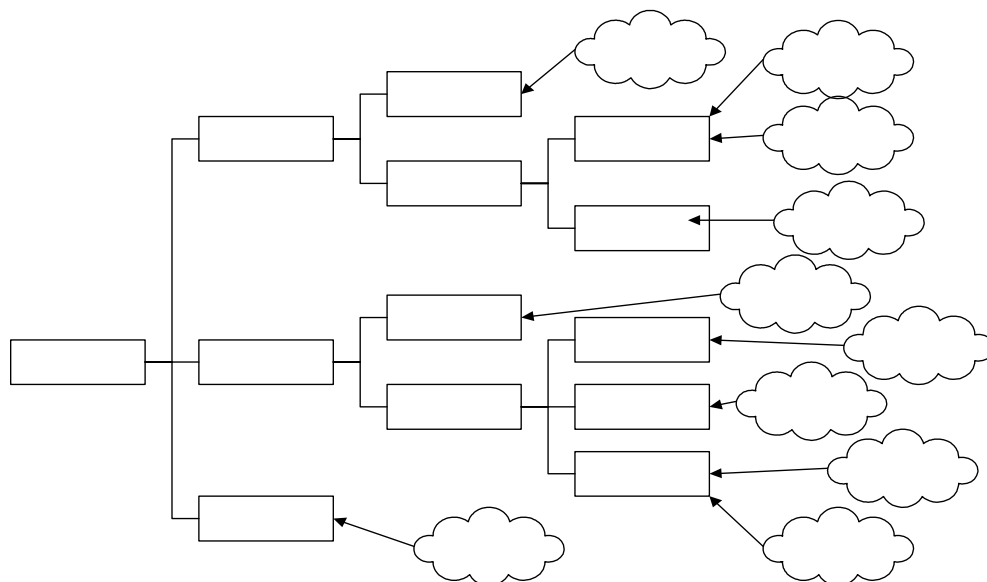
V první fázi zpracování diagramu PDPC tým nejprve sestrojuje systematický diagram zvolené plánované činnosti. Po jednotlivých větvích se pak pomocí brainstormingu pro činnosti z pravé strany systematického diagramu hledají odpovědi na otázky:

- Jaké problémy mohou při zajišťování této činnosti nastat?
- Jaká opatření by měla být naplánována, abychom předešli těmto možným problémům?

Odpovědi na druhou otázku (plánovaná opatření) moderátor zapisuje vpravo od původních okének systematického diagramu. Aby se tato opatření odlišila od struktury systematického diagramu, nerámují se do obdélníků, ale do „obláčků“ a doplňují se šipkami, jež směřují k příslušným dílčím činnostem (viz obr. 2.12).

Při hledání vhodných opatření lze využít tyto alternativy:

- Vyhnout se problému (nalezení alternativních činností).
- Snížení pravděpodobnosti výskytu problému (změny činností nebo doplnění činností, které vedou ke snížení výskytu problému).
- Přípravenost na možný výskyt problému (plánování činností vedoucích ke zvládnutí problému, pokud nastane).

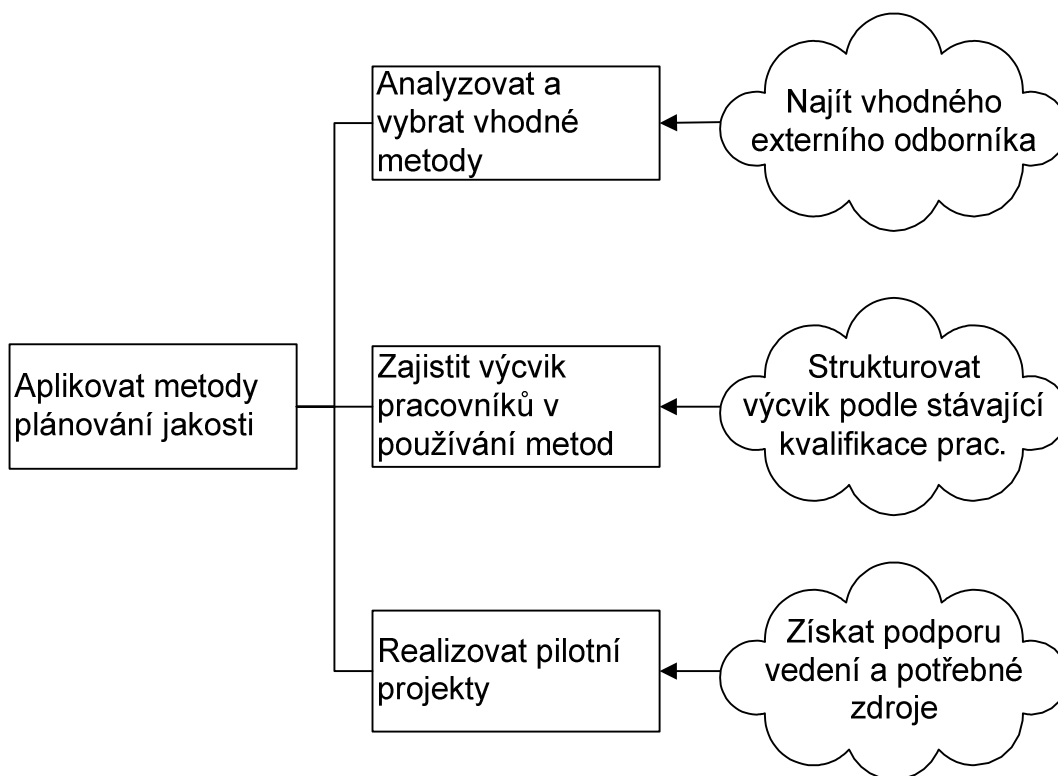


Obr. 2.12 Struktura diagramu PDPC (7)

Diagram PDPC se používá zejména v případech, kdy se jedná o nové úkoly nebo nové podmínky jejich řešení, plán činností je složitý, je zvýšené riziko výskytu problémů nebo je dosažení cíle striktně časově limitováno. Zpracovaný diagram PDPC formuje základ plánu preventivních opatření proti

možným problémům a výrazně přispívá k tomu, aby se „věci dařilo dělat správně napoprvé“.

Na obr. 2.13 je uveden jednoduchý příklad diagramu PDPC aplikovaný na jeden z úkolů, kterými lze dosáhnout zlepšení průběhu předvýrobních etap.



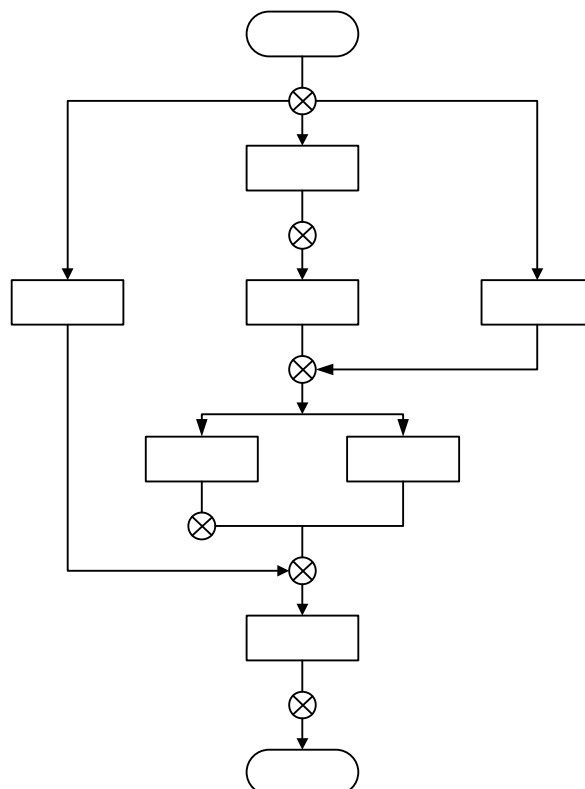
Obr. 2.13 Příklad aplikace diagramu PDPC (7)

2.1.7 Síťový graf (7)

Síťový graf je vhodným nástrojem pro stanovení optimálního harmonogramu průběhu projektu skládajícího se z řady činností a jejich následné monitorování. Zpracováním síťového grafu se získají důležité podklady pro stanovení vhodných opatření pro zkrácení celkové doby trvání projektu, pro rychlé posouzení vlivu zpoždění jednotlivých činností na časový harmonogram, pro operativní úpravy harmonogramu v případě jakýchkoliv změn dob trvání činností apod. Jeho užitečnost narůstá s počtem dílčích činností, které je potřeba pro dosažení konečného cíle provést. Nejznámější a nejpoužívanější metodou, využívající síťový graf je metoda kritické cesty (CPM – Critical Path Method).

Síťový graf nachází uplatnění v řadě oblastí managementu jakosti. Je velice cenným nástrojem například při zpracování plánů pro vývoj nových výrobků, plánů zlepšování jakosti, plánů experimentálních měření, plánů zavádění systému managementu jakosti, při synchronizaci těchto plánů s ostatními aktivitami managementu jakosti apod.

Před vlastní konstrukcí síťového grafu je vhodné sestavit „vývojový“ (postupový) diagram (viz obr. 2.14). Zpracování vývojového diagramu (jedná se vlastně o uzlově definovaný síťový graf) by mělo probíhat v týmu a jeho prvním krokem je určení všech dílčích činností, které je potřeba pro dosažení stanoveného cíle provést. Jednotlivé činnosti je vhodné zaznamenat na kartičky, což umožňuje postupným přesouváním zobrazit, jak na sebe jednotlivé činnosti navazují, a které činnosti mohou být prováděny paralelně. V průběhu zpracování tým rovněž posuzuje, zda je potřeba všechny stanovené činnosti do plánu zařazovat.



Obr. 2.14 Příklad „vývojového“ diagramu, znázorňujícího vzájemnou návaznost jednotlivých činností projektu (7)

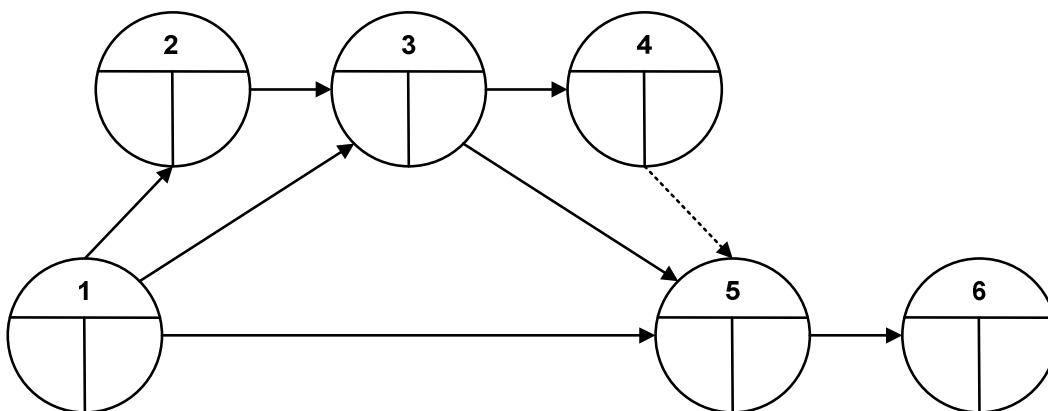
Dalším krokem zpracování je vyhodnocení časových termínů, jemuž obvykle předchází transformace „vývojového“ diagramu na hranově definovaný síťový graf. Síťový graf by měl dát odpovědi na tyto otázky:

- Jaký je očekávaný termín dokončení projektu?
- Jaký je harmonogram zahájení a ukončení každé dílčí činnosti v plánu?
- Které činnosti musí být ukončeny přesně podle harmonogramu, aby nedošlo k celkovému zpoždění?
- Které činnosti mají určité časové rezervy a jaká je hodnota těchto rezerv?

Hranově definovaný síťový graf se skládá z uzlů a spojnic resp. hran (viz obr. 2.15). Uzly představují zahájení a ukončení jednotlivých dílčích činností a

označují se kroužky. Orientované spojnice mezi těmito uzly (hrany) pak představují jednotlivé činnosti. Jednotlivé uzly se v pořadí návaznosti označují čísla. Uzel, do kterého žádná spojnice nevstupuje, představuje počáteční uzel sítě a uzel, z něhož žádná spojnice nevystupuje, je konečným uzlem sítě. Čísla uzlů se využívají k jednoznačnému označení činností tak, že například mezi uzly i a j probíhá činnost (i, j) . V případě paralelních činností je někdy pro jednoznačnou identifikaci činností potřeba do síťového diagramu zařadit tzv. fiktivní činnosti (v síťovém grafu označovány čárkovaně), které nespoteblovávají žádný čas.

Číslování uzlů v síťovém grafu by mělo být provedeno tak, aby u každé činnosti bylo číslo uzlu, ze kterého činnost vychází nižší než číslo uzlu, do kterého vstupuje. Zajištění takového číslování zaručuje, že síťový graf neobsahuje žádný cyklus. Správné očíslování uzlů se obvykle provádí tak, že se postupuje od počátečního uzlu sítě (kterému se přiřadí číslo 1) a další se přednostně přiřazují uzlům, do kterých nesměřují činnosti z ještě neočíslovaných uzlů.



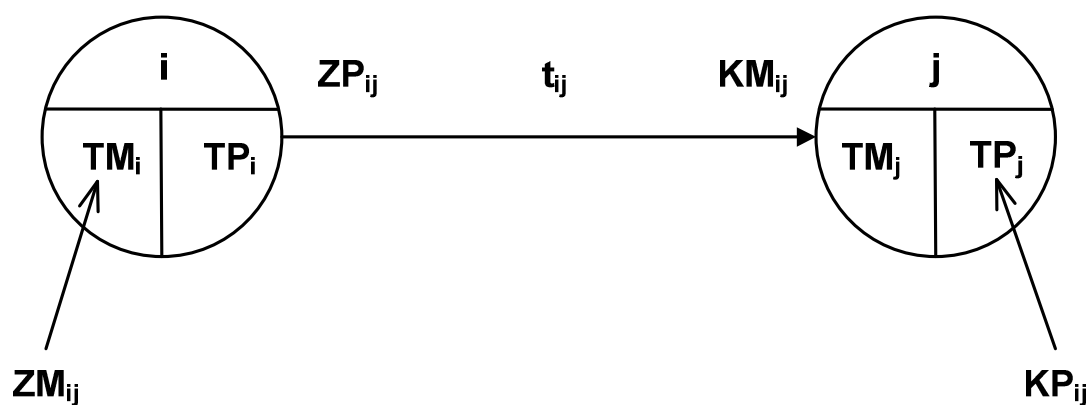
Obr. 2.15 Struktura hranově definovaného síťového grafu (odpovídá „vývojovému“ diagramu na obr.2.14) (7)

Pro jednotlivé dílčí činnosti v síťovém grafu tým stanoví dobu jejich trvání. Tyto doby mohou být normovány nebo se musí odhadnout na základě názorů členů týmu. Po stanovení doby trvání všech činností se v síťovém grafu provádějí výpočty, jejichž cílem je u každé činnosti stanovit:

- Nejdříve možný začátek – ZM_{ij} , tedy čas, kdy nejdříve může být činnost (i, j) zahájena.
- Nejpozději přípustný začátek – ZP_{ij} , tedy čas, kdy nejpozději musí být činnost (i, j) zahájena, jestliže má být projekt dokončen podle plánu.
- Nejdříve možný konec – KM_{ij} , tedy čas, kdy nejdříve může být činnost (i, j) ukončena
- Nejpozději přípustný konec – KP_{ij} , tedy čas, kdy nejpozději musí být činnost (i, j) ukončena, jestliže má být projekt dokončen podle plánu.

Uzly v síťovém grafu se rozdělí na tři části tak, aby do nich bylo možné zaznamenávat číslo uzlu (i) , nejdřívejší čas uzlu (TM_i, TM_j) a nejpozdější čas

uzlu (TP_i , TP_j). Způsob záznamu příslušných údajů je znázorněn na obr. 2.16. Kde t_{ij} – doba trvání činnosti (i , j).



Obr. 2-16 Záznam údajů v síťovém grafu (7)

2.2 Sedm základních nástrojů managementu jakosti (7)

Důležitou skupinou metod a nástrojů managementu jakosti představuje sedm základních nástrojů managementu jakosti, které byly rozvinuty v Japonsku zejména K. Ishikawou a W. E. Demingem. Sedm základních nástrojů se používá zejména při řešení problémů operativního řízení jakosti a při zlepšování jakosti.

K sedmi základním nástrojům managementu jakosti se řadí:

- 1) *vývojový (postupný) diagram*
- 2) *diagram příčin a následku*
- 3) *formulář (záznamník) pro sběr údajů*
- 4) *Paretův diagram*
- 5) *histogram*
- 6) *bodový diagram*
- 7) *regulační diagram*

Pořadí, ve kterém se sedm základních nástrojů uvádí, bývá různé. Uvedené uspořádání se snaží kopírovat nejčastější posloupnost jejich užívání při řešení problémů s jakostí. Vývojový diagram je na prvním místě proto, že by měl sloužit k dokonalému poznání analyzovaného procesu, identifikovat jeho dílčí kroky, odpovídající vstupy a výstupy a vzájemnou provázanost jednotlivých činností.

Dokonalejší poznání procesu pomocí vývojového diagramu se promítá do zvýšené efektivity aplikace diagramu příčin a následku, který je základním nástrojem analýzy všech možných příčin řešeného problému. Identifikace všech možných příčin je důležitým východiskem pro plánování sběru údajů potřebných pro sledování řešeného problému a pro vyhodnocení míry působení jednotlivých příčin. Informace shromážděné v diagramu příčin a následku jsou velice důležitým podkladem pro přípravu formuláře resp. formulářů pro sběr údajů. Zpracování formulářů pro sběr údajů, které mohou mít i elektronickou podobu, je základním východiskem pro smysluplné a systematické shromažďování potřebných dat.

Analýza shromážděných údajů většinou vede k závěru, že na vzniku problému se podílí celá řada různých faktorů. Obvykle není možné se zabývat se všemi najednou a je nezbytné stanovit priority řešení. Ke stanovení těchto priorit se využívá Paretův diagram, který umožňuje vybrat malou skupinu faktorů, jejichž vyřešení přinese největší efekt.

Důležitými nástroji analýzy shromážděných údajů je histogram a bodový diagram. Histogram poskytuje velice cenné informace o charakteru rozdělení sledovaného znaku a v řadě případů umožňuje identifikovat příčiny jeho variability. Bodový diagram umožňuje analyzovat míru vlivu jednotlivých faktorů na výskyt řešeného problému a vzájemné souvislosti mezi

sledovanými znaky. Jeho zpracování vytváří podklady pro optimalizaci procesu.

Detailnější analýzu naměřených údajů umožňuje regulační diagram, s jehož pomocí lze rozlišit variabilitu sledovaného znaku vyvolanou vymezitelnými příčinami od variability vyvolané náhodnými příčinami (viz kap. 2.2.7). Toto rozlišení je velice důležité pro volbu vhodných nápravných opatření. Regulační diagram je rovněž základním nástrojem statistické regulace procesů, která umožňuje proces udržet na přípustné a stabilní úrovni.

2.2.1 Vývojový (postupový) diagram (7)

Vývojový diagram slouží k názornému grafickému zobrazení posloupnosti a vzájemné návaznosti všech kroků určitého procesu. Jeho zpracování je důležitým východiskem zlepšování procesů, a tedy i jakosti. Lze ho využít k popisu jakéhokoliv procesu, přičemž se může jednat jak o existující, tak o teprve navrhovaný proces.

Vývojový diagram je vhodným nástrojem zejména pro analýzu procesu, jeho jednotlivých kroků a rozhodovacích uzlů, pro identifikaci oblastí, kde mohou vznikat problémy, pro optimalizaci rozmístění kontrolních míst a pro identifikaci nadbytečných činností. Představuje názorné zobrazení procesu, které přispívá k jeho lepšímu a rychlejšímu pochopení. Pracovníkům zapojeným do procesu přesně vymezí jejich postavení a jejich vnitřní zákazníky. Tyto nesporné výhody vývojového diagramu nesnižuje ani skutečnost, že v případě složitých procesů může jeho aplikace vést někdy až k přílišnému zjednodušení, což souvisí například s obtížným zachycením výjimek nebo souběžných činností.

Vývojový diagram se například využívá k identifikaci problémů a návrhu jejich řešení postupem označovaným „Imageneering“. Při tomto postupu se zpracovávají dva vývojové diagramy; první popisuje, jak proces skutečně probíhá, druhý, jak by měl probíhat. Analýza rozdílů mezi oběma diagramy vede k odhalení míst, kde mohou vznikat problémy, a umožňuje navrhnout vhodná nápravná opatření.

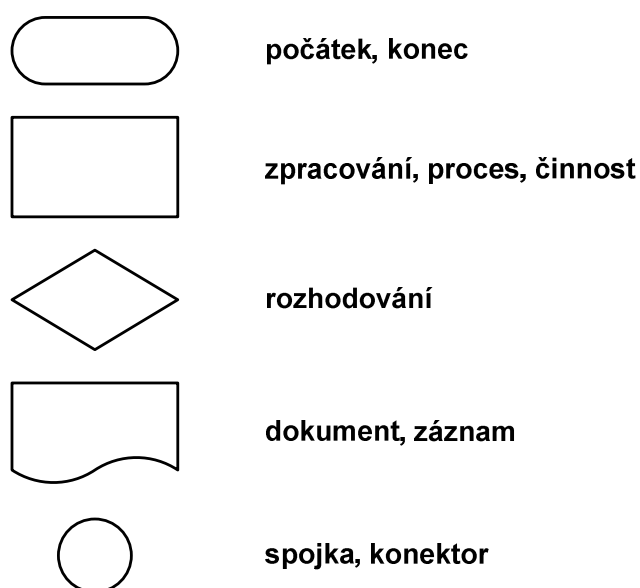
Zpracování vývojového diagramu procesu by mělo být týmovou prací a měli by se ho účastnit zejména ti, kdo proces používají.

Před vlastním zpracováním je nutné přesně vymezit počátek a konec popisovaného procesu. Složitější procesy je vhodné rozdělit na dílčí procesy tak, aby zpracovaný vývojový diagram byl dostatečně přehledný a pokud možno nepřesáhl jednu stránku.

Po tomto vymezení by měla následovat identifikace jednotlivých dílčích kroků procesu a jejich zaznamenání. Poté následuje zpracování prvního návrhu vývojového diagramu, kdy se pomocí grafických symbolů znázorňuje

návaznost jednotlivých kroků popisovaného procesu. Postup zpracování vývojového diagramu může usnadnit zaznamenání jednotlivých dílčích kroků na kartičky. V tomto případě se návaznost jednotlivých kroků analyzuje postupným uspořádáním těchto kartiček, případně jejich dalším doplňováním, a až poté se zakresluje vývojový diagram. Efektivnost tvorby vývojového diagramu je vhodné podpořit vhodně volenými otázkami, například: „Co musí předcházet této činnosti?“ nebo „Co následuje, nastane-li tato situace?“.

Při konstrukci vývojových diagramů se používá zavedená grafická symbolika. Nejčastěji používané symboly pro tvorbu vývojových diagramů jsou uvedeny na obr. 2.17. Širší nabídku doporučených grafických symbolů lze nalézt v normě věnované symbolům vývojových diagramů toku dat.



Obr. 2.17 Nejčastěji používané symboly vývojových diagramů (7)

Po sestrojení vývojového diagramu by mělo následovat jeho přezkoumání za účasti pracovníků, kteří jsou přímo zapojeni do jednotlivých činností. Toto přezkoumání je rovněž vhodné doplnit ověřením návrhu vývojového diagramu přímo podle skutečně probíhajícího procesu.

2.2.2 Diagram příčin a následku (Ishikawův diagram, diagram rybí kosti) (7)

Diagram příčin a následku je důležitým grafickým nástrojem pro analýzu všech příčin určitého následku (problému s jakostí). Označuje se rovněž jako Ishikawův diagram, podle japonského odborníka Kaoru Ishikawy, který ho poprvé použil v roce 1943, nebo jako diagram rybí kosti, podle svého tvaru. Jeho použití představuje systémový přístup k řešení problému, který pomáhá zdokumentovat všechny myšlenky a náměty. Diagram příčin a následku by se měl stát prvním krokem řešení všech problémů, jež mohou být vyvolány více příčinami. Zpracování diagramu příčin a následku je jednoduché a snadno pochopitelné, což umožňuje zapojení širšího okruhu pracovníků do řešení

problému. Aplikace diagramu příčin a následku často přináší náměty, které vedou k novým, nekonvenčním řešením.

Nezbytný předpokladem pro efektivní zpracování diagramu příčin a následku je týmová práce s využitím brainstormingu. Stejně jako například při zpracování afinitního diagramu by složení týmu mělo korespondovat s řešenou problematikou, doporučuje se však i zapojení „laiků“, kteří nejsou zatíženi „provozní slepotou“. Práci týmu by měl řídit zkušený moderátor.

Práce týmu začíná přesným vymezením řešeného problému (následku), přičemž se může jednat jak o existující, tak o potenciální problém (například možná neshoda analyzovaná metodou FMEA). Definovaný následek se zaznamená a pravou stranu dostatečně velké pracovní plochy a zakreslí se hlavní vodorovná linie (viz obr. 2.18).

V první fázi tým stanoví hlavní kategorie příčin daného problému. V případě problému s jakostí výrobku se často používají tyto hlavní kategorie:

- materiál,
- zařízení,
- metody,
- lidé,
- prostředí.

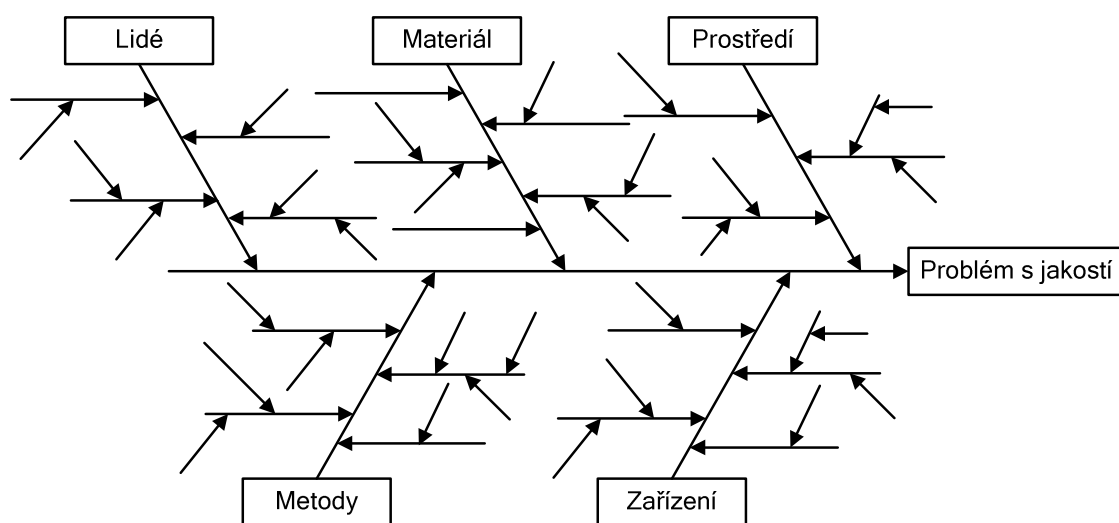
Hlavní kategorie se do vznikajícího diagramu zaznamenají jako hlavní větve směřující k vodorovné linii (viz obr. 2.18).

Poté tým postupně v jednotlivých kategoriích analyzuje všechny možné příčiny daného následku na postupně rostoucí úrovni podrobnosti. Je důležité, aby tyto příčiny byly přesně formulovány, například nestačí uvést „teplota“ ale „nízká teplota“ nebo „teplota nižší než 0 °C“. Iden tifikované možné příčiny se postupně zaznamenávají na vedlejší větve diagramu (viz obr. 2.18).

Dekompozice příčin na „příčiny příčin“ by měla být prováděna tak dlouho, dokud se neodhalí všechny kořenové příčiny následku. Za kořenové příčiny lze považovat konkrétní možné příčiny následku, které již není potřeba dále dekomponovat, a na jejichž odstranění již lze navrhnout konkrétní nápravná nebo preventivní opatření. V případech, kdy se diagram příčin a následku stává příliš rozsáhlý, lze některé z dílčích příčin analyzovat v samostatném diagramu.

Vytvořený diagram příčin a následku by se měl stát živým záznamem, se kterým se při řešení dané problematiky neustále pracuje, a který se dále doplňuje o nové nápady a nově zjištěné poznatky.

Pro vyhodnocení nejdůležitějších příčin posuzovaného následku je výhodné použít Paretovu analýzu (viz kap. 2.2.4).



Obr. 2.18 Struktura diagramu příčin a následku (7)

2.2.3 Formulář pro sběr údajů (7)

Formuláře pro sběr údajů (kontrolní záznamníky) jsou určeny k systematickému shromažďování údajů relevantních pro řízení a zlepšování jakosti. Shromážděné údaje jsou základním východiskem pro hodnocení stávajícího stavu procesů a pro určení směrů dalšího zlepšování.

Formuláře pro sběr údajů nemusí vždy mít papírovou podobu. V současném rozvoji informačních systémů mohou být zpracovány v elektronické podobě a sdíleny pracovníky z různých pracovišť s přesně vymezenými přístupovými právy. Formuláře zpracované v počítači přinášejí celou řadu výhod. Umožňují například automatickou ochranu proti záznamu nesprávných údajů (možnost vymezení oboru hodnot), automatickou kontrolu úplnosti zaznamenaných údajů, okamžité vyhodnocení údajů, zpracování grafických výstupů atd. Avšak i tyto elektronické formuláře by měly být zpracovány podle obecných zásad pro tvorbu formulářů pro sběr údajů.

Při plánování sběru dat je potřeba vycházet z toho, jaké informace je potřeba získat, přičemž vypovídací schopnost informace nezávisí jen na počtu získaných údajů, ale zejména na vhodné volbě sledovaných parametrů. Vzhledem k tomu, že informace získané na základě shromážděných údajů představují důležitý prostředek poznání a výchozí předpoklad kvalifikovaných rozhodnutí, je potřeba se vyvarovat informací, které jsou:

- a) neúplné, tj. informace získané na základě neúplných údajů;
- b) opožděné, tj. informace, které vzhledem k pozdnímu zpracování údajů nejsou k dispozici včas;
- c) zkreslené, tj. informace získané na základě nesprávně zjištěných, nesprávně identifikovaných nebo nesprávně zpracovaných údajů.

Formuláře pro záznam údajů mají být dobře srozumitelné a dostatečně přehledné a jejich uspořádání musí zabezpečit dostatek místa pro čitelný

záznam údajů. Formuláře musí rovněž umožňovat záznam údajů o všech důležitých podmínkách, za kterých byla shromážděná data získána. Tyto údaje by měly zahrnovat datum, čas, místo, výrobní zařízení, jméno pracovníka, který sběr a záznam údajů prováděl, použitou měřicí metodu a druh měřicího zařízení, identifikaci sledované výrobní dávky, parametry výroby a další důležité údaje.

Znalost všech těchto identifikačních údajů má velký význam pro stratifikaci dat, tedy pro třídění dat podle určitých hledisek. Možnost stratifikace dat je velmi důležitá pro další hodnocení údajů.

Vhodnými hledisky pro stratifikaci údajů jsou například:

- druh zjištěné neshody,
- vymezení oblasti, kde byla neshoda zjištěna,
- příčina vzniku neshody (stejná neshoda může mít několik příčin),
- druh použitého materiálu (například i rozlišení stejných značek oceli z různých taveb),
- časový úsek výroby,
- výrobní linka,
- obsluha (pracovník, směna),
- technologické parametry výroby,
- parametry prostředí (teplota, tlak, vlhkost, prašnost atd.),
- použité měřicí prostředky,
- pracovník provádějící měření,
- údobí mezi opravami a údržbou výrobního zařízení atd.

Před zpracováním formuláře pro sběr údajů je potřeba stanovit jaké informace mají shromážděné údaje poskytnout (na jaké otázky mají odpovědět). Na základě tohoto ujasnění se stanoví jaké údaje je nezbytné k dosažení daného účelu shromáždit. Velice důležitým zdrojem informací pro identifikaci potřebných údajů je diagram příčin a následku analyzující všechny možné příčiny řešeného problému.

Po identifikaci potřebných údajů a upřesnění způsobu, jak budou údaje získávány a analyzovány, se zpravuje návrh formuláře pro sběr údajů. Měla by v něm být přehledně a v logickém sledu uspořádána místa pro záznam údajů a měl by obsahovat oblast pro záznam základních identifikačních znaků a všech podmínek, za kterých byly údaje shromážděny.

Navržený formulář pro sběr údajů je vhodné před zavedením do běžného užívání vyzkoušet, neboť v řadě případů až praktické použití ukáže jeho případné nedostatky.

Uvedený postup zpracování formuláře pro sběr údajů předchází vzniku v praxi častých problémů, kdy se až dodatečně zjišťuje, že shromážděné údaje jsou neúplné a neumožňují vyhodnotit vlivy některých faktorů. Zpracovaný formulář navíc plní funkci kontrolního seznamu, neboť prázdné

kolonky indikují, že doposud nebyly zaznamenány všechny údaje, jejichž zjištění bylo naplánováno.

2.2.4 Paretův diagram (7)

Paretův diagram je důležitým nástrojem manažerského rozhodování, neboť umožňuje stanovit priority při řešení problémů s jakostí tak, aby při účelném využití zdrojů byl dosažen maximální efekt. Je rovněž velice vhodný pro názornou prezentaci problému.

Paretův diagram získal své pojmenování podle V. Pareta, italského ekonoma 19.století, který popsal nepravidelné rozložení bohatství mezi obyvateli; totiž, že vysoký podíl veškerého bohatství vlastní pouze malé procento obyvatel. Tento tzv. Paretův princip J. M. Juran transformoval do oblasti řízení jakosti a formuloval ho přibližně takto: „Většina problémů s jakostí (asi 80 až 95%) je způsobena pouze malým podílem (asi 5 až 20%) činitelů, jež se na nich podílejí“. Podle procentického vyjádření se rovněž tento princip označuje jako pravidlo 80/20.

Jednotlivé činitele představují dílčí „nositele nedostatků“, například jednotlivé výrobky, jednotlivé neshody, jednotlivé příčiny neshod, jednotlivá výrobní zařízení, jednotlivé pracovníky apod. Aplikací Paretova principu lze tedy například stanovit, že na vznikajících problémech se rozhodující měrou podílí jen určitý skupina výrobků z celého výrobního programu, jen některé neshody ze všech vyskytujících se neshod, jen některé příčiny ze všech působících příčin, jen některá výrobní zařízení ze všech používaných, jen někteří pracovníci ze všech, kteří ovlivňují jakost výrobku apod. Toto vymezení je velice důležité pro lokalizaci problému a jeho efektivní řešení.

Tyto malé skupiny činitelů, které se rozhodující měrou podílejí na analyzovaném problému, se označují jako „životně důležitá menšina“ a pro jejich zbylou část se postupně vžilo označení „užitečná většina“. Pomocí Paretova diagramu lze „životně důležitou menšinu“ identifikovat, což umožňuje soustředit pozornost přednostně na ty činitele, které se nejvíce podílejí na analyzovaném problému.

Správné vymezení „životně důležité menšiny“ činitelů je nejvíce závislé na věrohodnosti zpracovaných údajů a vhodné volbě způsobu kvantitativního ohodnocení příspěvku jednotlivých činitelů. Vstupními údaji pro zpracování Paretova diagramu jsou nejčastěji informace o výskytu neshod nebo jejich příčin za určité časové období, které jsou vhodným způsobem stratifikovány (podle druhu výrobku, druhu neshody, druhu příčiny atd.). Základní ohodnocením příspěvku jednotlivých činitelů je tedy obvykle četnost výskytu. Četnost výskytu však často není tím nejvhodnějším kritériem, protože různé neshody či jejich příčiny nejsou stejně závažné. V těchto případech je vhodné příspěvek jednotlivých činitelů vyjádřit četností výskytu násobenou zvoleným koeficientem závažnosti. Z praktického hlediska je však nejvhodnější příspěvek jednotlivých činitelů vyjádřit v nákladových položkách. Finančnímu

vyjádření všichni rozumí a lze ho přímo využít jako základní podklad pro manažerská rozhodnutí.

Jak již bylo uvedeno v kap. 2.2.2, podkladem pro zpracování Paretova diagramu nemusí vždy být údaje z již probíhajícího procesu. Pomocí Paretova diagramu lze například vyhodnotit „životně důležitou menšinu“ příčin ovlivňujících výskyt určitého problému na základě týmového bodového hodnocení příčin analyzovaných při zpracování diagramu příčin a následků.

Využití Paretova principu se neomezuje na identifikaci životně důležité menšiny „nositelů nedostatků“. Lze ho uplatnit v celé řadě dalších aplikací. Například, že podstatnou část prodeje určitého výrobku realizuje jen malá část zákazníků z jejich celkového počtu.

Postup zpracování Paretova diagramu lze uvést na ilustrativním příkladu sledování výdajů vztahujících se k výskytu různých druhů neshod ve sledovaném období (viz tab. 2.2).

Tab. 2.2 Příklad tabulky prvotních údajů pro zpracování Paretova diagramu (výdaje vztahující se k výskytu neshod za hodnocené období) (7)

Druh neshody	Výdaje, Kč	Druh neshody	Výdaje, Kč
A	24200	F	500
B	5600	G	900
C	1300	H	1100
D	39800	I	2000
E	2100	J	2500

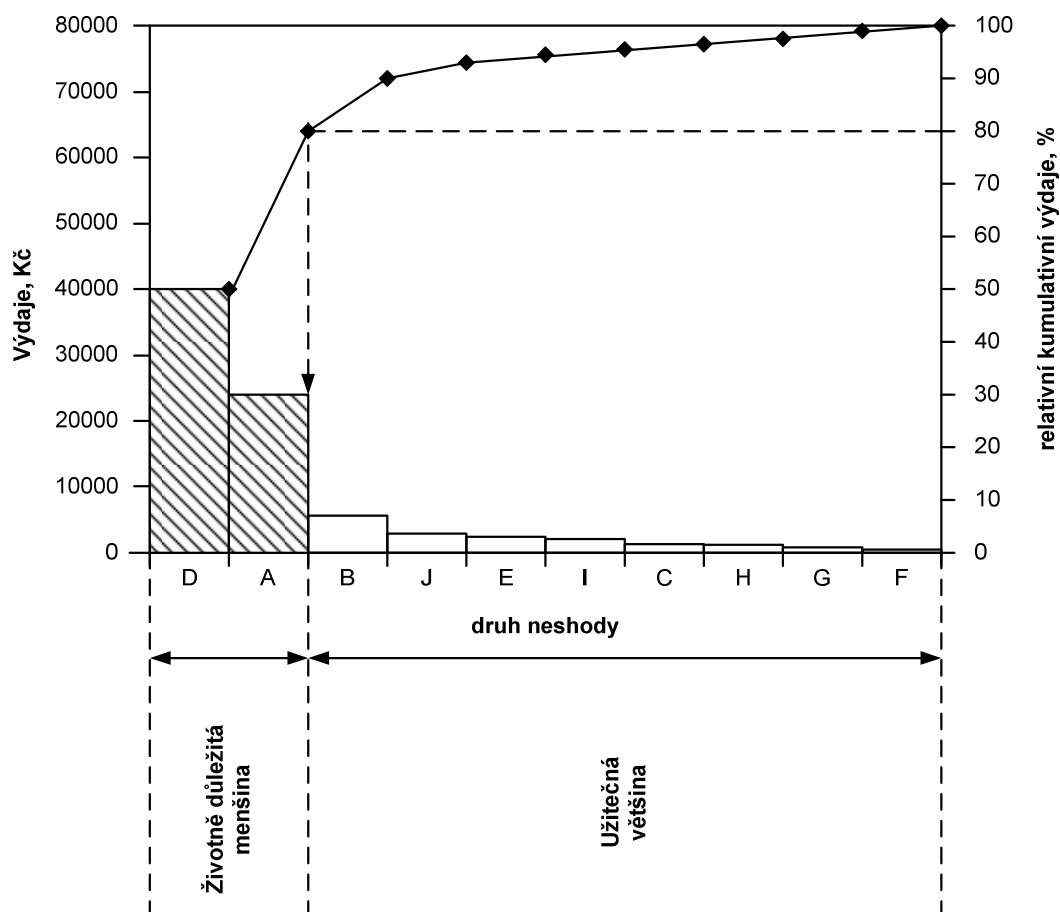
Podle výše těchto výdajů se jednotlivé neshody seřadí do tabulky (od nejvyšších k nejnižším) a ve stejném směru se stanoví kumulativní součty výdajů, které se rovněž vyjádří v procentech celkových výdajů vztahujících se ke všem neshodám.

Tab. 2.3 Tabulka hodnot pro sestrojení Paretova diagramu (7)

Druh neshody	Výdaje, Kč	Kumulativní výdaje, Kč	Relativní kumulativní výdaje, %
D	39800	39800	49,75
A	24200	64000	80,00
B	5600	69600	87,00
J	2500	72100	90,13
E	2100	74200	92,75
I	2000	76200	95,25
C	1300	77500	96,88
H	1100	78600	98,25
G	900	79500	99,38
F	500	80000	100

Na základě těchto údajů již lze zobrazit Paretův diagram. Je tvořen uspořádaným sloupcovým grafem, který porovnává výdaje vztahující se k jednotlivým neshodám, a lomenou křivku (tzv. Lorenzovou křivkou), která zobrazuje hodnoty kumulativních součtů, respektive relativních kumulativních

součtů těchto výdajů (viz obr. 2.19). Diagram obsahuje dvě osy y, na levou osu se vynášejí výdaje vztahující se k jednotlivým neshodám a na pravou osu relativní kumulativní součty výdajů vyjádřené v procentech.



Obr. 2.19 Paretovův diagram a identifikace životně důležité menšiny při přesné platnosti pravidla 80/20 (7)

K určení životně důležité menšiny se obvykle využívají dva druhy kritérií, které jsou konstruovány na rozdílném základě:

- určitá zvolená hodnota relativního kumulativního součtu v procentech;
- průměrná hodnota příspěvku na jednoho činitele (například průměrné výdaje spojené s výskytem jedné neshody).

V prvním případě by v souladu s Juranovou formulací Paretova principu měly do životně důležité menšiny náležet činitele (neshody), jimž odpovídá cca 80% kumulativní součet jejich příspěvků, často se však v prvním přiblížení používání 50% kumulativní součet, jemuž odpovídá užší výběr činitelů.

Pokud se dodrží určitá základní pravidla konstrukce Paretova diagramu, zejména to, že sloupce vyjadřující příspěvky jednotlivých činitelů na sebe navazují a body Lorenzovy křivky leží na úrovni pravých hran příslušných sloupců, lze životně důležitou menšinu činitelů vyhodnotit graficky. Ve zvolené

hodnotě relativního kumulativního součtu se vede rovnoběžka s osou x a po dosažení Lorenzovy křivky se spustí kolmice na osu x. Položky, ležící nalevo od této kolmice, včetně „zasažených“, náleží do životně důležité menšiny (viz obr. 2.19).

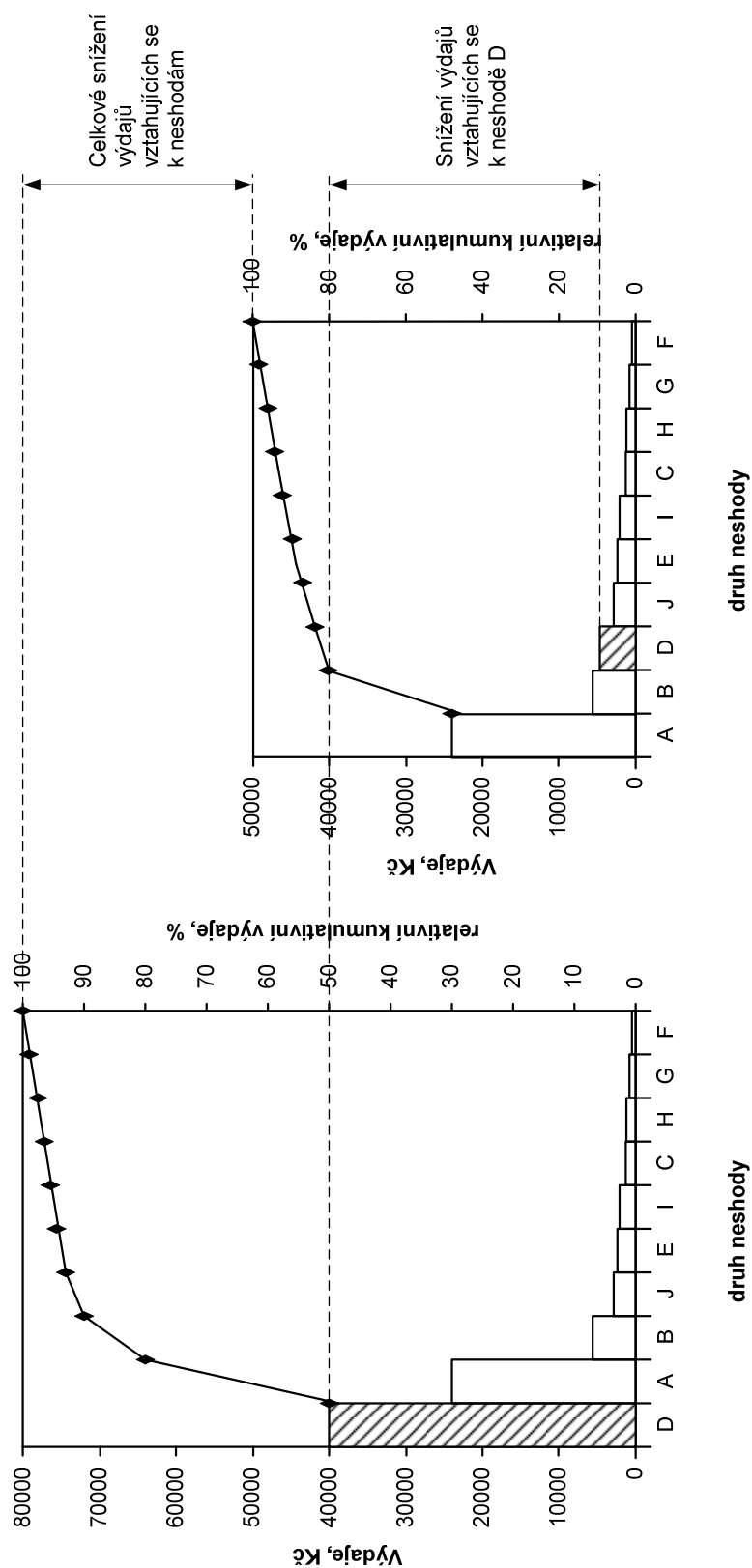
V uvedeném příkladu, při použití kritéria 80% kumulativních nákladů, tvoří životně důležitou menšinu neshody D a A. Pokud by se výskyt těchto neshod podařilo snížit na nulu, znamenalo by to úsporu 80% výdajů spojených s výskytem neshod.

Paretův diagram, který je zobrazen na obr. 2.19 přesně odpovídá platnosti pravidla 80/20, tedy situaci, kdy 80% celkových výdajů spojených s výskytem neshod je vyvoláno 20% neshod z jejich celkového počtu (dvě z deseti neshod). V praxi toto pravidlo platí pouze přibližně, vždy je však první hodnota (procentický podíl z celkového ohodnocení nedostatků) vyšší než hodnota druhá (odpovídající procentický podíl počtu činitelů). Pouze v limitním případě, kdy by všechny analyzované položky (činitele) k celkovým výdajům přispívaly stejnou měrou, by byl dosažen poměr 80/80.

Pro efektivní řešení problémů s jakostí je velice užitečné propojení Paretovy analýzy a diagramu příčin a následku. Paretova analýza se využije k výběru nejzávažnějšího činitele problému a jeho možné příčiny pak tým analyzuje v diagramu příčin a následku. Týmové bodové hodnocení závažnosti jednotlivých příčin je podkladem pro zpracování dalšího Paretova diagramu, v němž se vyhodnotí rozhodující příčiny. K odstranění těchto příčin se navrhnou vhodná nápravná opatření. Po jejich provedení se shromáždí potřebné údaje (za stejně dlouhé období nebo pro stejný objem produkce) a opětovně sestrojí Paretův diagram používaný pro výběr nejzávažnějšího činitele problému. Z porovnání diagramů charakterizujících stav před a po provedení nápravných opatření lze vyhodnotit jak celkový efekt těchto opatření, tak jejich vliv na jednotlivé činitele (viz obr. 2.20).

Na obr. 2.20 je ilustrován příklad, kdy na základě zjištění, že životně důležitou menšinu z hlediska výdajů tvoří neshody D a A, bylo rozhodnuto realizovat opatření orientovaná na odstranění příčin výskytu neshod D. Po provedení těchto opatření byl opět sestrojen Paretův diagram, který umožňuje komplexní posouzení změn. Diagram ukazuje, že díky provedeným opatřením došlo ke snížení celkových výdajů vztahujících se ke všem neshodám o 30 000 Kč tj. o 37,5 %. Tato částka je poněkud nižší než snížení výdajů vztahujících se k neshodě B.

Zde je potřeba upozornit, že odlišnost dvou Paretových diagramů nemusí vždy znamenat, že příslušné aktivity zlepšování byly účinné, neboť se může jednat pouze o projev přirozené variability hodnocených údajů. Významnost rozdílů lze posoudit testováním nebo pomocí regulačního diagramu.



Obr. 2.20 Posouzení účinnosti nápravných opatření na základě porovnání Paretových diagramů sestavených na základě údajů získaných před a po provedení opatření (7)

Opakované sestrojení a vyhodnocení Paretova diagramu je vhodné i v případech, kdy nebyly prováděny žádné zásahy do procesu, neboť umožňuje posoudit zda daný výskyt nedostatků (neshod) je přirozeným rysem procesu. Porovnání Paretových diagramů je vždy vhodné doplnit zobrazením trendů vývoje analyzovaných položek.

2.2.5 Histogram (7)

Prvotní data, získaná obvykle ve formuláři pro sběr údajů v tabelární formě, dávají jen hrubou představu o sledovaném znaku jakosti. Tuto představu poněkud zlepšují vypočtené statistické charakteristiky polohy a variability, například aritmetický průměr a směrodatná odchylka, ale podrobnější informace o „struktuře“ naměřených dat lze získat až jejich grafickým zobrazením pomocí histogramu. Skutečnost, že vypočtené hodnoty číselných charakteristik nedávají dostatečnou informaci o rozdělení sledovaného znaku jakosti, lze ilustrovat na příkladu čtyř souborů s různým rozdělením, kterým odpovídají stejné hodnoty aritmetického průměru a směrodatné odchylky.

Histogram je sloupcový diagram znázorňující rozdělení četnosti hodnot ve vhodně zvolených intervalech (třídách) a je považován za základní grafický nástroj hodnocení shromážděných údajů. Je potřeba upozornit, že sestrojení histogramu má smysl až od určitého počtu hodnocených údajů (minimálně cca 30 hodnot). U méně rozsáhlých souborů lze ke grafickému hodnocení rozdělení sledovaného znaku využít například krabicový diagram, v němž se zobrazují úrovně kvartilů, minimální a maximální hodnota souboru a případné odlehlé hodnoty.

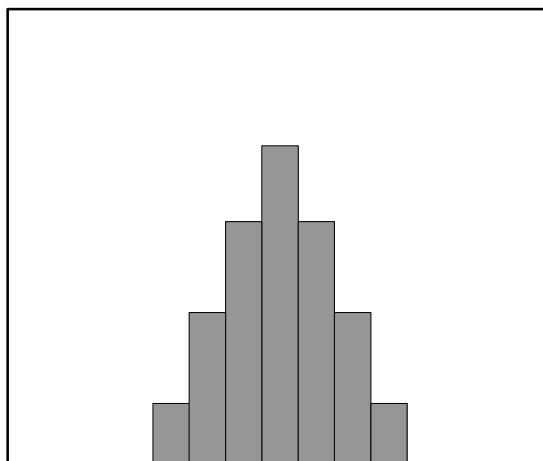
Podkladem pro konstrukci histogramu je tabulka intervalového rozdělení četnosti hodnot. K odhadu vhodného počtu intervalů lze v literatuře nalézt řadu empirických vztahů, podle nichž se počet intervalů počítá jako funkce počtu hodnot ve zpracovávaném souboru. Hodnoty počtu intervalů vypočtené na základě různých doporučených vztahů se však často výrazně liší. Z těchto důvodů se mnohdy doporučuje jen rámcové rozpětí počtu intervalů, například 5 až 20 intervalů (větší počet pro rozsáhlejší soubory). V případě, že se vytvoří příliš málo intervalů, tak získaný histogram neposkytne očekávanou informaci o charakteru rozdělení hodnot, pokud se naopak vytvoří příliš mnoho intervalů, bude histogram příliš členitý a jeho využitelnost pro další analýzu bude opět velmi malá.

Při stanovení vhodné šířky intervalu (z hlediska analýzy tvaru histogramu je žádoucí, aby byla konstantní) se vychází z variačního rozpětí naměřených hodnot a zvoleného počtu intervalů. Na základě stanovené šířky intervalu a vhodně stanovené hranice prvního intervalu se pak stanoví hranice jednotlivých intervalů. Dolní hranice prvního intervalu by měla být volena tak, aby v prvním intervalu byla obsažena minimální hodnota a bylo zajištěno jednoznačné přiřazování hodnot do všech intervalů. Pro splnění druhého požadavku je vhodné, aby hranice intervalů byly stanoveny o řád přesněji než zpracovávané hodnoty, tedy aby nemohl nastat případ, že některá z hodnot je

rovna hranici intervalu. Vhodnou hranicí intervalu je například aritmetický průměr dvou po sobě jdoucích naměřitelných hodnot.

Analýza sestrojeného histogramu se soustřeďuje zejména na centrování histogramu, které charakterizuje střední hodnotu sledovaného znaku, na šířku histogramu, která charakterizuje variabilitu hodnot a na jeho tvar, který umožňuje odhalit některé vymezené (zvláštní) příčiny variability.

Nejčastěji se lze setkat s histogramem zvonovitého tvaru (viz obr. 2.21), který je obrazem normálního rozdělení. Toto rozdělení sledovaného znaku se vyskytuje zejména v případech, kdy variabilita hodnot je vyvolána působením pouze náhodných příčin, tedy řadou neidentifikovatelných příčin, z nichž každá se na celkové proměnlivosti podílí jen malou měrou.



Obr. 2-21 Histogram zvonovitého tvaru (7)

2.2.6 Bodový diagram (7)

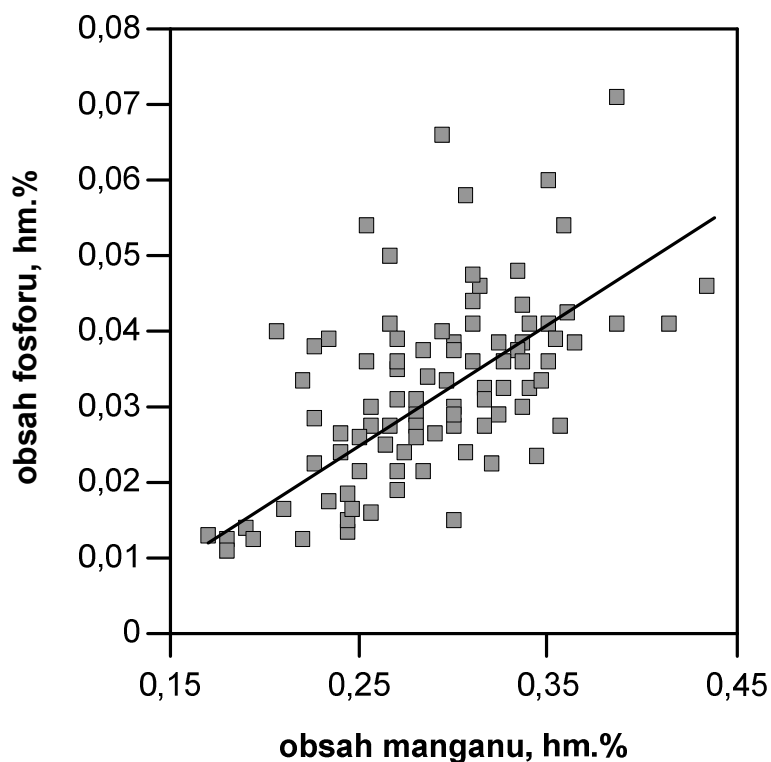
Bodový diagram je grafickou metodou pro studium vztahů mezi dvěma proměnnými. Pomocí bodového diagramu lze posuzovat například vzájemnou souvislost mezi dvěma znaky jakosti výrobku, souvislosti mezi určitým znakem jakosti výrobku a jednotlivými parametry procesu, posuzovat jak dalece údaje měřidla odpovídají referenčním hodnotám apod.

Rozmístění bodů v bodovém diagramu, které odpovídají jednotlivým dvojicím hodnot příslušných proměnných, charakterizuje směr, tvar a míru těsnosti závislosti mezi sledovanými proměnnými. Ve většině případů se v praxi setkáváme s volnými závislostmi, které jsou charakteristické určitým rozptylem bodů. Příčinou tohoto rozptylu je nejčastěji působení dalších vlivů, jako je například variabilita parametrů procesu, vnějších podmínek, vlastností použitých materiálů apod. Na rozptýlení bodů se rovněž podílí nepřesnost stanovení hodnot odpovídajících proměnných, kterou ovlivňuje řada parametrů, například nepřesnost metody stanovení, nepřesnost měřícího zařízení, nepřesnost obsluhy apod.

Je důležité si uvědomit, že vypovídací schopnost bodového diagramu může být výrazně ovlivněna volbou měřítek na jednotlivých osách. V řadě případů se měřítka na osách záměrně upravují podle toho, zda zpracovatel chce zdůraznit výrazný“ či „prakticky zanedbatelný“ nárůst či pokles jedné z proměnných v závislosti na hodnotě druhé proměnné. Před vyslovením závěrů z analýzy bodového diagramu je tedy vždy žádoucí pečlivě analyzovat stupnice hodnot na jednotlivých osách.

Sestrojený bodový diagram podává základní grafickou informaci o vzájemné souvislosti dvou sledovaných proměnných. Pro posouzení toho, zda příslušnou závislost lze popsat vhodným matematickým vztahem a zda tento vztah je statisticky významný, je potřeba provést další hodnocení. K tomu se využívá regresní a korelační analýza.

Jako příklad bodového diagramu je uvedena závislost mezi obsahem fosforu a obsahem manganu ve zkujňované lázni na konci údobí hlavního dmýchání v kyslíkovém konvertoru, která byla využita při identifikaci faktorů ovlivňujících dosažené odfosfoření lázně (viz obr. 2.22).



Obr. 2.22 Závislost mezi obsahem fosforu a obsahem manganu v lázni na konci údobí hlavního dmýchání při obsahu uhlíku v lázni v rozmezí od 0,1 do 0,157 hm. % (7)

2.2.7 Regulační diagram (7)

Regulační diagram je základním grafickým nástrojem umožňující odlišit variabilitu procesu vyvolanou vymezitelnými (zvláštními) příčinami od variability vyvolané náhodnými příčinami. To je velice důležité pro nalezení vhodných aktivit zlepšování jakosti.

Prakticky žádné dva výrobky vyráběné stejným procesem nejsou zcela shodné. Pokud se tak jeví, může to být způsobeno pouze nedostatečnou přesností měření znaků jakosti. Určité kolísání znaků jakosti produktů je tedy přirozeným jevem.

Náhodné a vymezitelné příčiny variability

Náhodné (přirozené) příčiny představují širokou škálu neidentifikovatelných příčin, z nichž každá se na celkové variabilitě podílí jen malou složkou. Nicméně součet příspěvků těchto neidentifikovatelných náhodných příčin je měřitelný a je chápán jako přirozený rys procesu. Působení náhodných příčin je prakticky trvalé a tedy relativně předvídatelné, neboť vlivem jejich působení se poloha ani variabilita sledovaných znaků jakosti v čase prakticky nemění. Omezit celkové působení náhodných příčin je možné pouze radikálními zásahy do výrobního procesu, jako jsou změna technologie, změna výrobního zařízení, změna systému řízení procesu apod.

Vymezitelné (zvláštní) příčiny vyvolávají variabilitu, která vede k reálné změně výrobního procesu, jež se projeví změnou rozdělení sledovaného znaku jakosti. Vymezitelné příčiny lze v zásadě dále rozdělit na:

- nepředvídatelé (rušivé),
- předvídatelné.

Nepředvídatelné vymezitelné příčiny nepředstavují přirozené chování procesu. Působí nepravidelně a nelze je popsat statistickým zákonitostmi. Měly by být proto odstraněny. Vzhledem k tomu, že vedou k reálné změně procesu, jsou většinou identifikovatelné a ve většině případů rovněž odstranitelné. Pokud však nejsou učiněna nápravná opatření trvalého rázu, mohou se tyto příčiny objevovat znovu.

Předvídatelné vymezitelné příčiny jsou příčiny, jejichž působení lze popsat pomocí fyzikálních zákonitostí a experimentálních zkoumání. Jedná se zejména o příčiny, jejich působení je dáno fyzikální podstatou daného procesu. Například při obrábění dochází k postupnému otupování nástroje, při filtraci k postupnému zanášení filtru, při výrobě oceli v kyslíkovém konvertoru k postupnému opotřebení vyzdívky atd. Působení těchto příčin lze do jisté míry omezit, ale nelze je zcela odstranit.

Regulační diagram se využívá k analýze procesu a je rovněž základním nástrojem statistické regulace procesu (SPC – Statistical Proces Control). Statistická regulace procesu představuje systém zpětné vazby, jehož základním cílem je dosažení a udržení stavu, ve kterém proces probíhá na

stabilní úrovní a trvale poskytuje výrobky, které vyhovují požadovaným kritériím jakosti.

Statistická regulace je založena na strategii prevence, tedy na strategii, která předchází vzniku neshodných výrobků, neboť svoji pozornost soustřeďuje tam, kde jakost vzniká a lze ji ještě ovlivnit. Strategie prevence výrazně snižuje náklady na třídící kontrolu, na materiál, čas a mzdy potřebné na výrobu neshodných výrobků a představuje zásadní posun oproti dříve prosazované strategii detekce, která se zejména soustředila na následnou kontrolu již vyrobených výrobků.

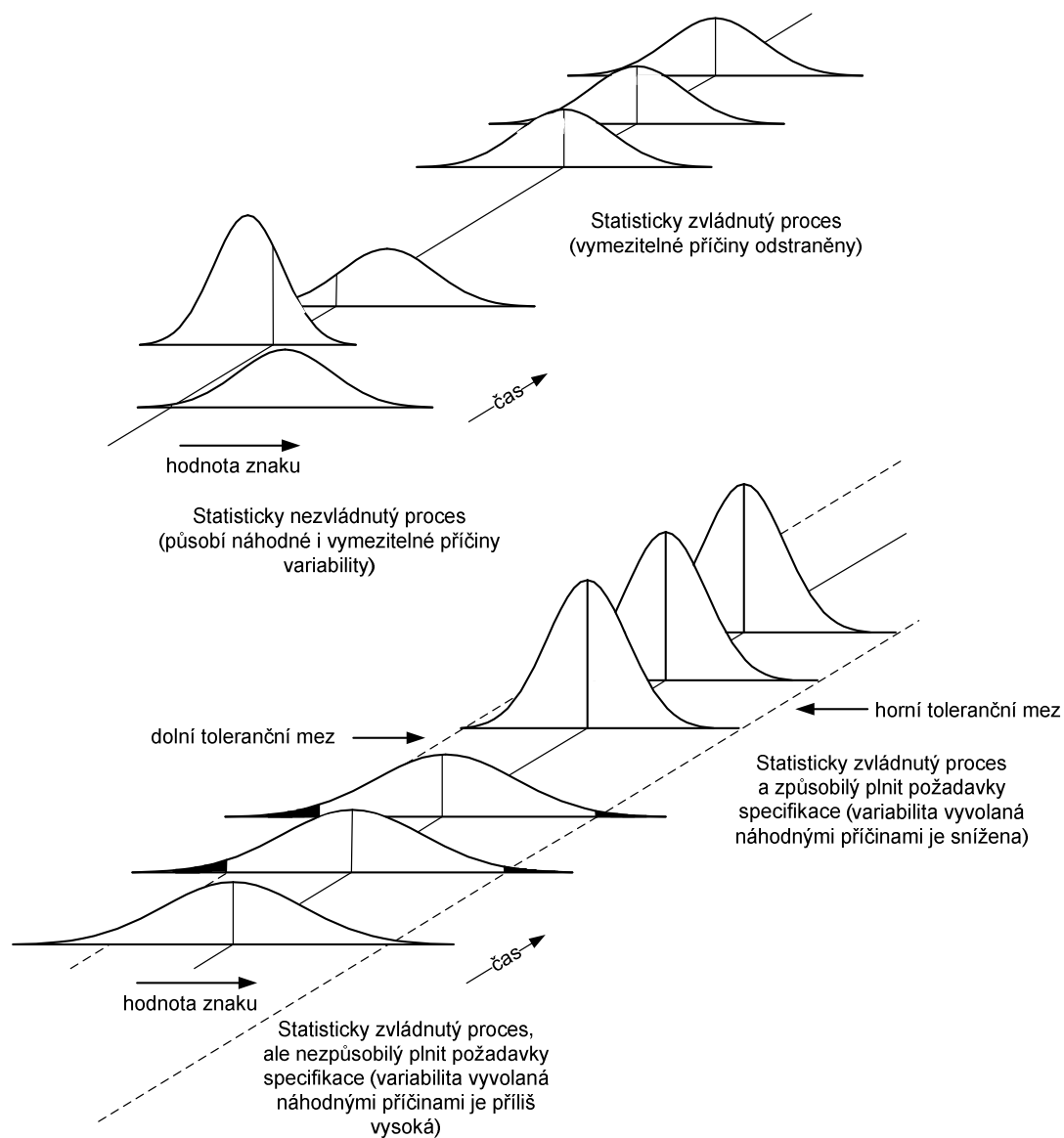
Aplikace statistické regulace se neomezuje pouze na výrobní procesy, ale lze ji uplatnit u široké škály procesů, které se opakují, a jejich průběh lze hodnotit. Omezující podmínkou rovněž není vysoká opakovatelnost procesu, neboť jsou k dispozici postupy, které lze aplikovat i na procesy s nízkým stupněm opakovatelnosti.

Postup zavádění statistické regulace

Při zavádění statistické regulace se nejprve analyzuje, zda variabilita procesu je vyvolána pouze náhodnými příčinami nebo i působením vymezitelných příčin. K odhalení vlivu vymezitelných příčin se využívá regulační diagram.

V případě, že jsou zjištěny signály působení vymezitelných příčin, je potřeba tyto příčiny identifikovat a odstranit (je-li to možné), tak aby se proces dostal do stavu, ve kterém jeho variabilitu vyvolávají pouze náhodné příčiny. Takový proces, který je ovlivňován pouze náhodnými příčinami se označuje jako statisticky zvládnutý proces (statisticky stabilní proces, proces pod kontrolou) a jeho rozhodující výhodou je předvídatelnost rozdělení sledovaného znaku jakosti výstupů z procesu (viz obr. 2.23).

Statistická zvládnutost procesu však nezajišťuje, že procesem nebudou vznikat neshodné výrobky. To je potřeba posoudit hodnocením způsobilosti procesu. Při tomto hodnocení se ověřuje, zda přirozená variabilita procesu vyhovuje předepsaným kritériím jakosti, obvyklé předepsaným tolerančním mezím (viz obr. 2.23).



Obr. 2.23 Zabezpečení statistické zvládnutosti a způsobilosti procesu (7)

2.3 Závěr z teoretické studie

Zabezpečování náročných úkolů managementu jakosti se dnes již prakticky neobejde bez aplikace vhodných postupů, metod a nástrojů plánování a neustálého zlepšování jakosti. Souvisí to zejména s rostoucí složitostí výrobků a procesů, s rostoucí náročností požadavků zákazníků, náročným konkurenčním prostředím, s rostoucí znalostí a řadou dalších faktorů (7).

Dosavadní praktické zkušenosti ukazují, že řada vhodných postupů a metod je v praxi dosud málo používaná nebo není používána správně. Příčinou bývají často nedostatečné znalosti nebo záměrná snaha o co největší zjednodušení, která pak často vede k nesprávným výsledkům. Mnohé z metod se v organizacích začínají používat až na popud požadavku zákazníka a, bohužel, někdy jen pro zákazníka, to znamená, že ve vlastní organizaci jejich výsledky mnohdy nejsou dostatečně využívány (7).

Není příliš výjimečné se setkat s názorem, že na zavádění nových postupů a metod není čas, protože je potřeba řešit jiné problémy. Tento postup je velice podobný jednomu známému úsloví: „Není čas nabrousit kosu, protože louka musí být do večera posečená“ (7).

3 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POZOROVÁNÍ (PŘEZKOUMÁNÍ)

Dle dohody s vedoucím diplomové práce probíhalo monitorování výrobního procesu na klíčovém pracovišti výstupní kontroly.

Monitorování proběhlo v měsíci lednu roku 2009. Bylo kontrolováno 315 přívěsů po dobu 15 pracovních dnů. Z provedených pozorování, zda byly splněny požadavky na jakost, jsou kritéria přijatelnosti stanovena technickou dokumentací B10/TD7 „Výstupní kontrola“ - kontrolní postup viz příloha 3. Věrohodnost zpracovaných údajů je zajištěna zkušenými a kvalifikovanými pracovníky, kteří podléhají nezávislému útvaru řízení jakosti. Pro záznamy z procesu již byly využity aplikované nástroje IS pro evidenci výstupní kontroly a řízení neshodného výrobku. V IS jsou zaznamenány údaje z provedeného pozorování.

Pro vyhodnocení výsledků pozorování a následně i pro návrh na opatření a jeho vyhodnocení cíleně proběhne graficky pomocí Paretova diagramu, který je součástí uvedených sedmi základních nástrojů managementu jakosti v teoretické studii práce. Tento nástroj je z hlediska prezentace problémů velmi konstruktivní. Dle Brassarda (15, s. 99) „Paretův diagram je jedním z nejrozšířenějších a kreativně nejpoužívanějších nástrojů zlepšování“.

Dle dohody s vedoucím práce je rozhodovací kritérium pro sestrojení Paretova digramu zvolena 50% úroveň relativního kumulativního parametru (četnost, důležitost a výdaje).

3.1 Nástroje IS pro evidenci výstupní kontroly a řízení neshodného výrobku

Pro zajištění systematického zaznamenávání a shromažďování dat z daného pracoviště výstupní kontroly, byl stanoven specifický požadavek na nástroje IS pro evidenci výstupní kontroly a řízení neshodného výrobku, které byly v rámci této práce implementovány a uplatněny. Peněžní výdaje na jednotlivé nástroje byly:

- Evidence výstupní kontroly 30 000,- Kč,
- Řízení neshodného výrobku 60 000,- Kč.

Po provedení výstupní kontroly výrobku pracovník provede evidenci načtením VIN pomocí čtečky čárového kódu, který je součástí „Výrobní průvodky“ viz příloha 2. IS automaticky ve vstupním okně zobrazí VIN včetně všech údajů o položce (viz obr. 3.1). Dle výsledku kontroly lze produkt uvolnit či nikoliv.

Je-li produkt shodný, je označeno pole „Uvolnit“ a proveden zápis. V rámci této operace probíhá na pozadí IS navíc evidence poslední operace a odvod výrobku na expediční sklad.

Evidence výstupní kontroly

Výrobní číslo: TKXV312259ABA1800

Položka: 3162E-000000 001 Provedení: 0
PŘÍVĚS VZ-31 B2 + HRAZDA, 2500 KG BAREV. /DE

Zakázka: 0902616-08 Operace: 010

Pracovník OTK: 140 POSPÍŠIL RADEK

Množství: 1,00

Datum OTK: 14.04.2009

Poznámka:

☒ Uvolnit ☐ Neuvolnit

Výrobní číslo / dávka	Zakázka	Položka	Provedení	
TKXV312259ABA1800	0902616-08	3162E-000000 001	0	PŘÍV -

Zápis Původní stav

Obr. 3.1 Okno IS pro evidenci výstupní kontroly (autor)

V případě, že produkt je neshodný, použije pracovník pole „Neuvolnit“. Automaticky je vyvoláno dialogové okno pro evidenci neshody (viz obr. 3.2).

Údaje o neshodné položce jsou již přednastaveny. Pracovník musí zadat data do všech podbarvených polí. Po zápisu vyřizuje neshodu mistr montáže, který po odstranění zjištěných odchylek neshodu uvolní a eviduje vzniklé náklady. Činnost pracovníka kontroly již není závislá na řízení zjištěné neshody. Po odstranění zjištěných nedostatků a provedení opakované kontroly je produkt v evidenci výstupní kontroly uvolněn.

Bez uvolnění výstupní kontrolou nelze produkt prodat zákazníkovi – systémové opatření.

Evidence neshod - nový

Číslo dokladu: 09NE0098 Zakázka: 0902616-08 Výrob. číslo: TKXV312259ABA1800

Položka: 3162E-000000 001 Provedení: 0

PŘÍVĚS VZ-31 B2 + HRAZDA, 2500 KG BAREV. /DE

Operace	Středisko	Pracoviště	Stroj	Pracovník
Zjištěno: 010	M	09530	S09530	140 RADEK POSPÍŠIL
Vina: 010	M	09530	S09530	134 PETR BABÁK

Materiál / PVV: Pův. výdejka:

Množství neshody: 1,00
 opravitelné: 1,00
 neopravitelné: 0,00

Kód neshody: 14 Neshodný výrobek - chybějící d
 Příčina neshody: 20 Zadáno bez pokrytí materiálem

Datum zjištění: 14.04.2009 12
 Čas zjištění: 0,00

Náhrada škody: ☐ Ano ☒ Ne

Odchylka: Uvolnit dodatečné náklady Datum uvolnění: 12

Poznámka:

Poznámka Zápis Původní stav

Hodnoty	Na opravu	Neshody
Materiál:	0,00	0,00
Mzda:	0,00	0,00
Stroj:	0,00	0,00
Nářadí:	0,00	0,00
Kooperace:	0,00	0,00
Režie výrobní:	0,00	0,00
Náklady výrobní:	0,00	0,00

Obr. 3.2 Okno IS pro evidenci neshod (autor)

Pro oba tyto procesy jsou samozřejmě k dispozici v IS souhrny z evidence, které se používají ke zpracování analýz výsledků. Tyto analýzy nabízejí informace za vybrané období pomocí vstupního filtru. Pro analýzu v rámci procesu „řízení neshodného výrobku“ jsou již v IS definovány tiskové sestavy:

- Analýza neshod – dle kódu neshod,
- Analýzy neshod – dle kódu příčin.

V těchto sestavách jsou shrnuty požadované informace o evidovaných neshodách jejich příčin, včetně ekonomického vyjádření. Tyto podklady jsou důležité pro přezkoumání a stanovení nápravných a preventivních opatření.

Bez těchto nástrojů IS je sběr dat pro zvyšování kvality produktů nedostatečný. Příčinou jsou z velké části selhání lidských zdrojů, zdůvodňována časovou a kvalifikační náročností na záznamy.

3.2 Analýza neshod stávajícího stavu pomocí Paretova diagramu

Z výsledků provedeného pozorování zpracujeme zjištěná data do tzv. prvotní tabulky (viz tab. 3.1).

Tab. 3.1 Prvotní tabulka neshod

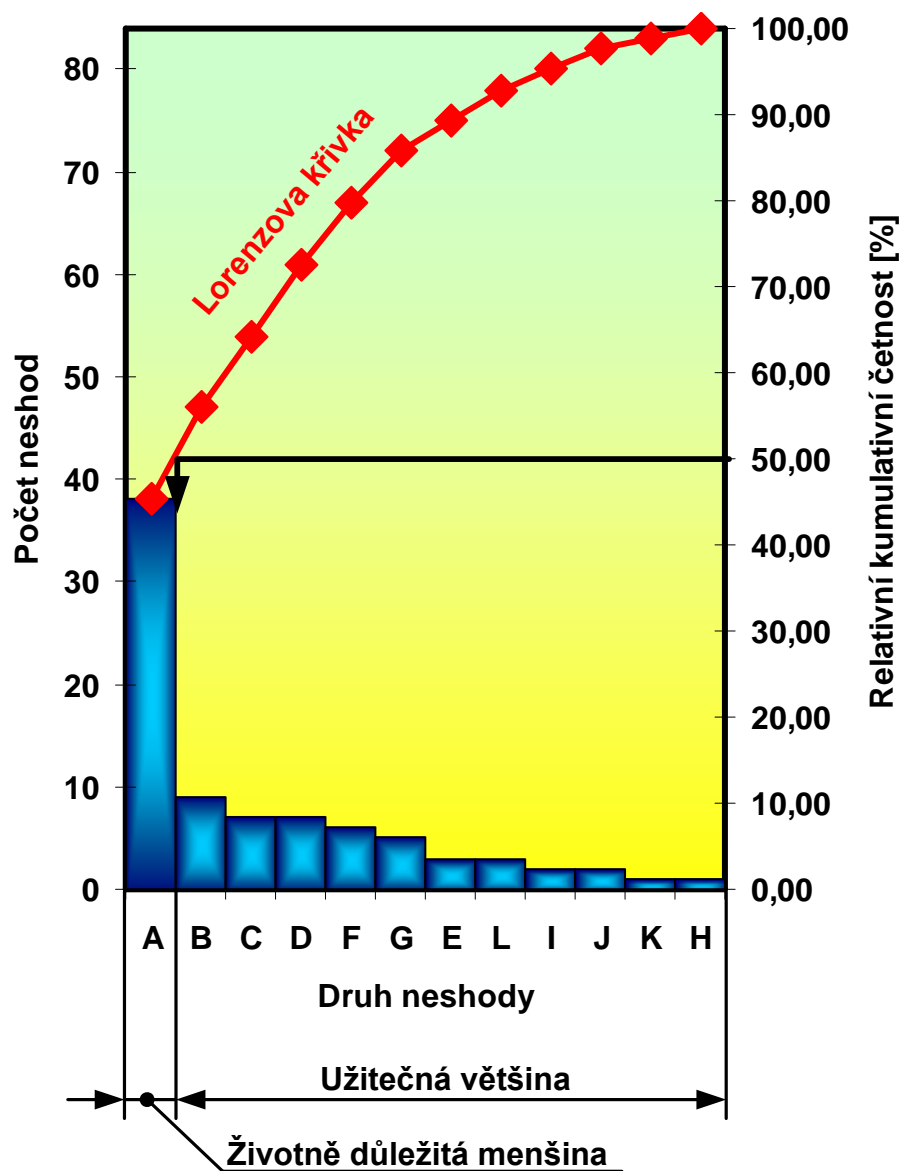
Druh neshody	Název neshody	Četnost
A	Nekompletní výrobek – nakupovaný materiál	38
B	Rozměry nejsou v toleranci	9
C	VIN neshodné s výrobní průvodkou	7
D	Nelze volně ovládat pohyblivé části	7
E	Nesplnění požadavků zákazníka	3
F	Mechanické poškození výrobku	6
G	Špatné konstrukční řešení	5
H	Špatně uchycená elektroinstalace	2
I	Nedotažený šroubový spoj	2
J	Nedostatečná specifikace výrobku ve výrobní průvodce	1
K	Tlak v pneumatikách je mimo toleranci	1
L	Zkřížená korba přívěsu	3

Vytvoříme tabulku uspořádaných hodnot. Data uspořádáme sestupně od největší četnosti do nejmenší (viz tab. 3.2). Zároveň zpracujeme data kumulativní četnosti a relativní kumulativní četnosti v %.

Tab. 3.2 Tabulka uspořádaných hodnot v závislosti na četnosti neshod

Druh neshody	Četnost	Kumulativní četnost	Relativní kumulativní četnost [%]
A	38	38	45,24
B	9	47	55,95
C	7	54	64,29
D	7	61	72,62
F	6	67	79,76
G	5	72	85,71
E	3	75	89,29
L	3	78	92,86
I	2	80	95,24
J	2	82	97,62
K	1	83	98,81
H	1	84	100,00

Pro sestrojení Paretova diagramu, vyjadřující počet neshod, máme všechna potřebná data uvedená v tab. 3.2. Relativní kumulativní četnost nám poslouží pro konstrukci Lorenzovy křivky, která zobrazuje hodnoty relativních kumulativních součtů neshod (viz obr.3.3).



Obr. 3.3 Paretův diagram dle četnosti neshod (autor)

Životně důležitou menšinu dle četnosti neshod s rozhodovacím kritériem 50% úrovně relativní kumulativní četnosti tvoří neshoda **A**.

Pro aplikaci Paretova diagramu s vyjádřením důležitosti neshod jsou stanoveny stupně důležitosti, které jsou uvedeny v tab. 3.3. Tato stupnice je zpracována na základě dohody s vedoucím práce.

Tab. 3.3 Stanovení stupně důležitosti neshody

Stupeň důležitosti	Počet bodů	Kritéria významu důležitosti neshody
I	1	Nepatrné selhání QMS ve výrobním procesu: <ul style="list-style-type: none"> ▪ menší narušení procesu ▪ povrchové úpravy neodpovídají požadavkům ▪ pečlivě hledající zákazník objeví neshodu
II	5	Nízké selhání QMS ve výrobním procesu: <ul style="list-style-type: none"> ▪ menší narušení procesu ▪ výrobek je schopen plnit funkci ▪ průměrný zákazník pocítí nespokojenost
III	10	Střední selhání QMS ve výrobním procesu: <ul style="list-style-type: none"> ▪ menší narušení procesu ▪ výrobek je schopen plnit funkci ▪ ovlivněno pohodlí zákazníka
IV	20	Velmi vážné selhání QMS ve výrobním procesu: <ul style="list-style-type: none"> ▪ velké narušení procesu ▪ může být až 100% výrobku zmetkových ▪ ztráta funkce výrobku
V	100	Kritické selhání QMS ve výrobním procesu: <ul style="list-style-type: none"> ▪ může ohrozit uživatele, obsluhu, pracovníka ▪ vede k narušení obecně platných předpisů ▪ bez varování

Ohodnocení neshod stupni důležitosti je znázorněno v tab. 3.4.

Tab 3.4 Ohodnocení neshody stupněm důležitosti

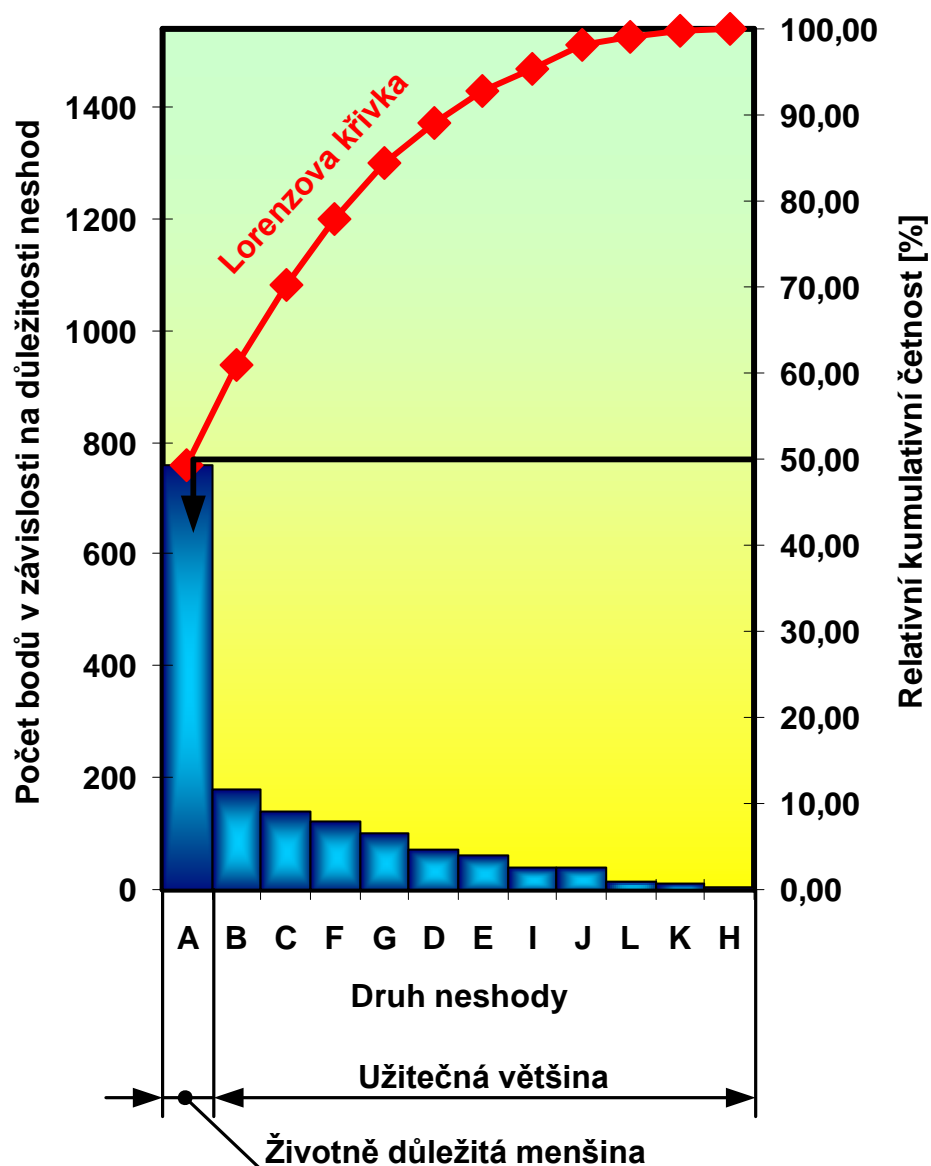
Druh neshody	Název neshody	Příčina	Stupeň důležitosti	Četnost	Počet bodů
A	Nekompletní výrobek – nakupovaný materiál	Zadáno do výroby bez pokrytí materiálem	IV	38	760
B	Rozměry nejsou v toleranci	Selhání lidského zdroje – operátor	IV	9	180
C	VIN neshodné s výrobní průvodkou	Selhání lidského zdroje - operátor	IV	7	140
D	Nelze volně ovládat pohyblivé části	Selhání lidského zdroje – pracovník montáže	III	7	70
E	Nesplnění požadavků zákazníka	Konstrukční chyba	IV	3	60
F	Mechanické poškození výrobku	Selhání lidského zdroje - operátor	IV	6	120
G	Špatné konstrukční řešení	Selhání lidského zdroje - konstruktér	IV	5	100
H	Špatně uchycena elektroinstalace	Selhání lidského zdroje - operátor	II	1	5
I	Nedotažený šroubový spoj	Selhání lidského zdroje - operátor	IV	2	40
J	Nedostatečná specifikace výrobku ve výrobní průvodce	Selhání lidského zdroje – pracovník obchodu	IV	2	40
K	Tlak v pneumatikách je mimo toleranci	Neshodný nakupovaný materiál	III	1	10
L	Zkřížená korba přívěsu	Selhání lidského zdroje - operátor	II	3	15

Opět vytvoříme tabulku uspořádaných hodnot, ale nyní v závislosti na stupni důležitosti. V tab. 3.5 jsou neshody uspořádány sestupně od největšího počtu bodů do nejmenšího s vyjádřením kumulativní četnosti a relativní kumulativní četnosti v %.

Tab. 3.5 Tabulka uspořádaných hodnot v závislosti na stupni důležitosti

Druh neshody	Počet bodů	Kumulativní četnost	Relativní kumulativní četnost [%]
A	760	760	49,35
B	180	940	61,04
C	140	1080	70,13
F	120	1200	77,92
G	100	1300	84,42
D	70	1370	88,96
E	60	1430	92,86
I	40	1470	95,45
J	40	1510	98,05
L	15	1525	99,03
K	10	1535	99,68
H	5	1540	100,00

Pro sestrojení Paretova diagramu v závislosti na důležitosti neshod máme všechna potřebná data. Relativní kumulativní četnost nám poslouží pro konstrukci Lorenzovy křivky, která zobrazuje hodnoty relativních kumulativních součtů neshod v závislosti na stupni důležitosti neshod (viz obr. 3.4).



Obr. 3.4 Paretův diagram dle důležitosti neshod (autor)

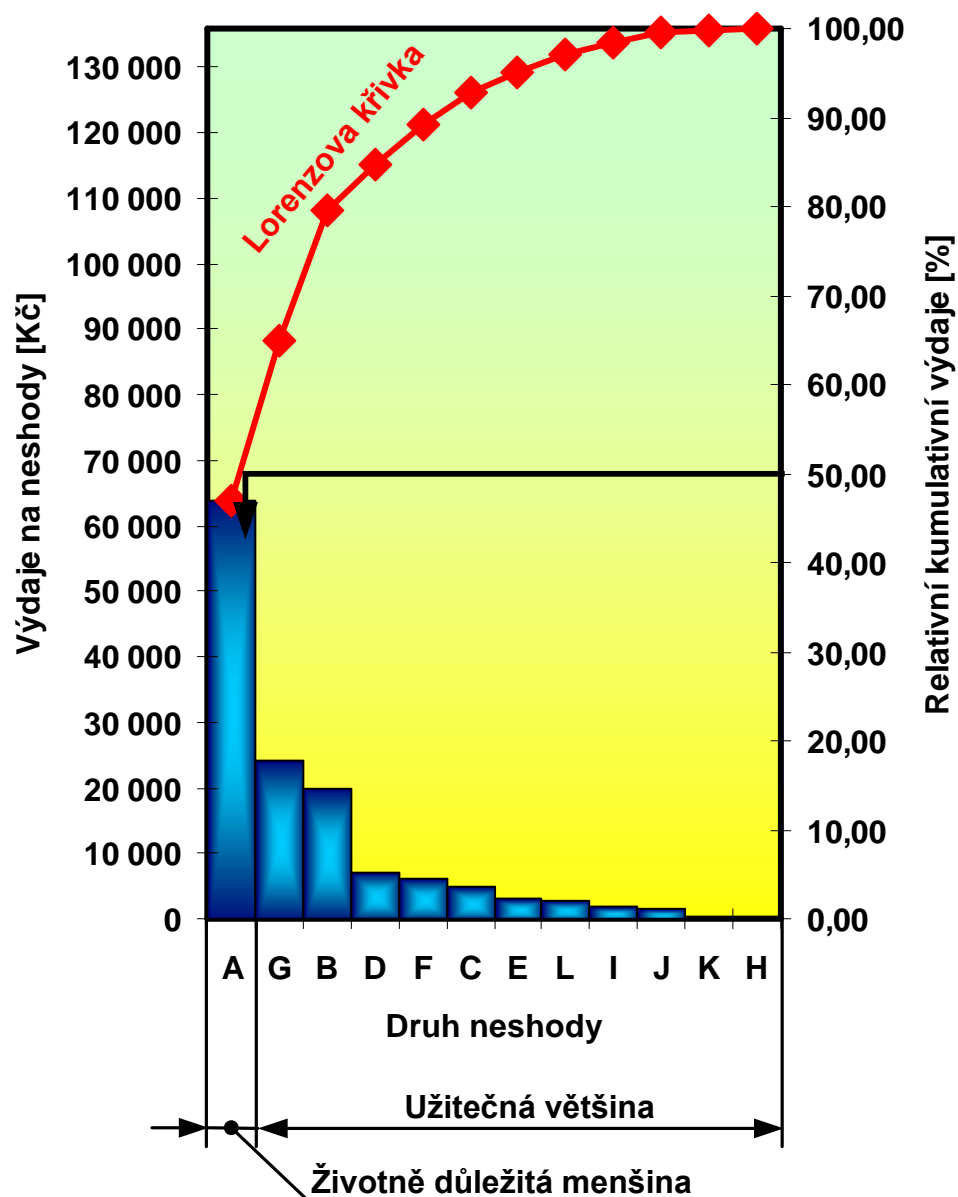
Jako rozhodovací kritérium byla ponechána 50% úroveň relativní kumulativní četnosti dle důležitosti na vzniklých neshodách. Životně důležitou menšinu tvoří neshoda **A**.

Pro aplikaci Paretova diagramu s vyjádřením výdajů vztahující se k zjištěným neshodám seřadíme tyto hodnoty sestupně (viz tab. 3.6).

Tab. 3.6 Tabulka uspořádaných hodnot v závislosti výdajů na neshodu

Druh neshody	Výdaje	Kumulativní výdaje [Kč]	Relativní kumulativní výdaje [%]
A	63 835	63 835	46,98
G	24 276	88 111	64,84
B	19 916	108 027	79,50
D	7 098	115 124	84,72
F	6 163	121 287	89,25
C	4 760	126 047	92,76
E	3 060	129 107	95,01
L	2 856	131 963	97,11
I	1 785	133 748	98,42
J	1 428	135 176	99,47
K	357	135 533	99,74
H	357	135 890	100,00

Pro sestrojení Paretova diagramu máme všechna potřebná data uvedená v tab. 3.6. Relativní kumulativní četnost nám poslouží pro konstrukci Lorenzovy křivky, která zobrazuje hodnoty relativních kumulativních součtů výdajů na neshody (viz obr.3.5).



Obr. 3.5 Paretův diagram dle výdajů na neshody (autor)

Jako rozhodovací kritérium byla ponechána 50% úroveň relativní kumulativní výdaje na vzniklých neshodách. Životně důležitou menšinu tvoří neshoda **A**.

3.3 Shrnutí výsledků pozorování

- Monitorování finálních výrobků, výstup výrobního procesu, probíhalo na pracovišti výstupní kontroly.
- Pozorování probíhalo 15 pracovních dnů.
- Kontrolováno bylo 315 přívěsů.
- Kontrolu prováděli 2 kvalifikovaní pracovníci kontroly.
- Pro evidenci výstupní kontroly bylo použito nového nástroje IS implementovaného v rámci této práce.
- Pro řízení neshodného výrobku bylo použito nového nástroje IS implementovaného v rámci této práce.
- Byly stanoveny kódy neshod.
- Byly stanoveny kódy příčin neshod.
- Konstrukce Paretova diagramu provedena dle:
 - četnosti neshod,
 - důležitosti neshod,
 - nákladů na neshody.
- Zvolené rozhodovací kritérium je 50% úroveň relativního kumulativního parametru.
- V pozici životně důležité menšiny je neshoda **A - Nekompletní výrobek – nakupovaný materiál.**
- Příčinou neshody je **zadávání do výroby bez pokrytí materiálem.**

Vstupem pro návrh opatření a zvýšení kvality produktů jsou výstupy z konstruovaných Paretových diagramů dle četnosti neshod, důležitosti neshod a výdajů na neshody. Zaměříme se v tomto případě na neshodu **A**, která ve všech třech případech je v pozici neshody označené jako životně důležitá menšina viz tab. 3.7.

Tab. 3.7 Neshody dle četnosti, důležitosti a výdajů na neshody

Závislost	Druh neshody											
	*	Užitečná většina										
Četnost neshod	A	B	C	D	F	G	E	L	I	J	K	H
Důležitost neshod	A	B	C	F	G	D	E	I	J	L	K	H
Výdaje na neshody	A	G	B	D	F	C	E	L	I	J	K	H

* Životně důležitá menšina

Neshoda **A** je charakterická organizační neshoda, jejíž výskyt je v procesu výroby velmi vysoký. Pro přehlednost jsou výsledky z pozorování uvedeny v tab. 3.8. Příčinou této neshody je, že mistr montáže zadává do výroby zakázku bez pokrytí nakupovaným materiálem. Jedná se o materiály, které jsou nakupovány dle specifikací požadavků zákazníků tj. konstrukce plachet, plachty, víka a další položky, u kterých lze volit barevnou variantu. Jejich dodací lhůta je 7 až 10 pracovních dní. Mistr, aby pokryl alespoň část kapacit montáže, zadává tyto zakázky do výroby i za cenu vzniku více nákladů. V rámci neustálé manipulace po montážní, kontrolní a expediční ploše, dochází také k mechanickému poškození částí přívěsů.

Tab. 3.8 Neshod „A“ – vyhodnocení výsledků pozorování

Druh neshody	Počet neshod z celkem	Počet bodů dle důležitosti z celkem	Výdaje z celkem [Kč]
A	38 z 84	760 z 1 505	63 835 z 135 890

Svůj podíl na tomto stavu nese i všude zmiňovaná krize, která ovlivňuje produkci také společnosti AGADOS. Úbytek zakázek v posledním čtvrtletí roku 2008 byl především na německém trhu tak markantní, že výsledek celoročního hodnocení zahraničních trhů byl, snížení tržeb o 30% oproti roku 2007.

Tento vývoj sebou přinesl nedostatek zakázek, který nejvíce postihl hlavně pracoviště montáž přívěsů. Z důvodů nedostatečného pokrytí kapacit montáže mistr zahajoval výrobní zakázky ihned po potvrzení smlouvy zákazníkem bez ohledu na pokrytí zakázky materiálem.

Ale nelze vše svádět jen na vývoj trhu. Po bližším přezkoumání byly zjištěny nedostatky v předvýrobních procesech a v procesu dodávání zákazníkům. Na základě těchto zjištění nemůže řízení a plánování výroby probíhat systematicky. Největším úskalím funkčnosti procesního řízení bylo zjištění, že ve všech proces jsou nedostatečně používány nástroje nového implementovaného IS. Výsledkem je, že nejsou k dispozici data pro řízení a plánování výroby, tak že i nástroje podporující proces výroba nelze využívat v nabízeném rozsahu.

Nástroje implementovaného IS ovlivňující systematické řízení a plánování výroby jsou podporou pro výrobní proces. Pokud nebude přijata koncepce, která by byla systémovou podporou pro rozhodování v procesech, bude výskyt, důležitost a náklady na neshodu **A** tvořit stále životně důležitou menšinu.

4 NÁVRH NA OPATŘENÍ A JEHO VYHODNOCENÍ

Návrhy na opatření pro zlepšování jakosti výrobního procesu, která mají svůj podíl i na kvalitě produktů jsou stanovena z pohledu procesního řízení. Návrhy budou zaměřeny na využívání či zdokonalení nástrojů IS pro podporu řízení výrobního procesu, včetně stanovení parametrů, s cílem snížit výskyt neshod, zejména neshodu **A**.

Tyto nástroje IS nebudou podrobně popisovány, protože to není cílem této práce. Je to téma, které by bylo samo o sobě náplní samostatné práce.

Po zavedení navrhnutých opatření proběhne opět monitorování výrobků na pracovišti výstupní kontroly a budou vyhodnoceny výsledky zjištěných neshod pomocí již osvědčeného Paretova diagramu.

4.1 Návrhy na opatření

- Při zadávání objednávky zákazníka do IS bude vygenerován termín výroby zohledňující výrobní kapacity => Plán odbytu.
- Potvrzené smlouvy budou převzaty TPV. Při zpracování podkladů pro výrobu včetně výdejek bude materiál ve skladu rezervován na zakázku.
- Požadavky na materiál budou objednávány na základě podkladů z TPV.
- U položek materiálů se nastaví minimální zásoby.
- S klíčovými dodavateli vyvolat jednání o zkrácení intervalu doby dodávek.
- Sestavování plánu výroby bude vycházet z odbytového plánování. Bude vygenerován termín ukončení výrobní zakázky s předstihem 2 dnů před plánovanou expedicí zákazníkovi. Bude k dispozici nástroj pro zjištění pokrytí zakázky materiálem.
- Využívat nástroje IS pro plánování nákladů. Pro tvorbu plánu nákladů musí termíny vycházet z odbytové plánování. Při požadavku na změnu termínu dodání v rámci plánování nákladů musí změnu potvrdit či vyvrátit plánování výroby (kapacita, pokrytí materiálem).
- Pro výrobu bude vygenerován termín ukončení výrobní zakázky s předstihem 2 dnů před expedicí zákazníkovi.
- Zajistit pravidelná odborná školení pro podporu používání nástrojů IS.

Navržená opatření pro zlepšování jakosti výrobního procesu definují požadavky na nástroje a jejich funkce pro celé spektrum činností hlavního procesu výroby přívěsů tj. od objednávky zákazníka až po expedici výrobků.

I když IS nenahrazuje rozhodování řídících pracovníků, dokáže poskytnout důležitá data pro podporu řízení výrobního procesu a tím snížit výskyt neshod.

4.2 Vyhodnocení návrhů na opatření

Všechna navrhovaná opatření byla ve společnosti realizována ve spolupráci s dodavatelskou firmou IS v únoru 2009. Integrací návrhů byla posílena dynamičnost systému. Zvláště aktuální stav požadovaných informací pomáhá udržovat důvěru při práci s IS.

Po realizaci návrhů na opatření, proběhlo v březnu 2009 monitorování výstupu z procesu „Výroba“ opět na pracovišti výstupní kontroly. Výsledky z monitorování, zda byly splněny požadavky na jakost, jsou použity pro hodnocení efektivnosti a účinnosti navržených opatření. Získaná data budou prezentována opět pomocí Paretova diagramu.

Monitorování probíhalo za stejných podmínek, jako při hodnocení stávajícího stavu. Jediný rozdíl je v počtu kontrolovaných přívěsů. V březnu po dobu 15 pracovních dní bylo kontrolováno 686 přívěsů (v lednu 315 přívěsů).

Z výsledku pozorování zpracujeme data z procesu opět do prvotní tabulky (tab. 4.1).

Tab. 4.1 Prvotní tabulka neshod

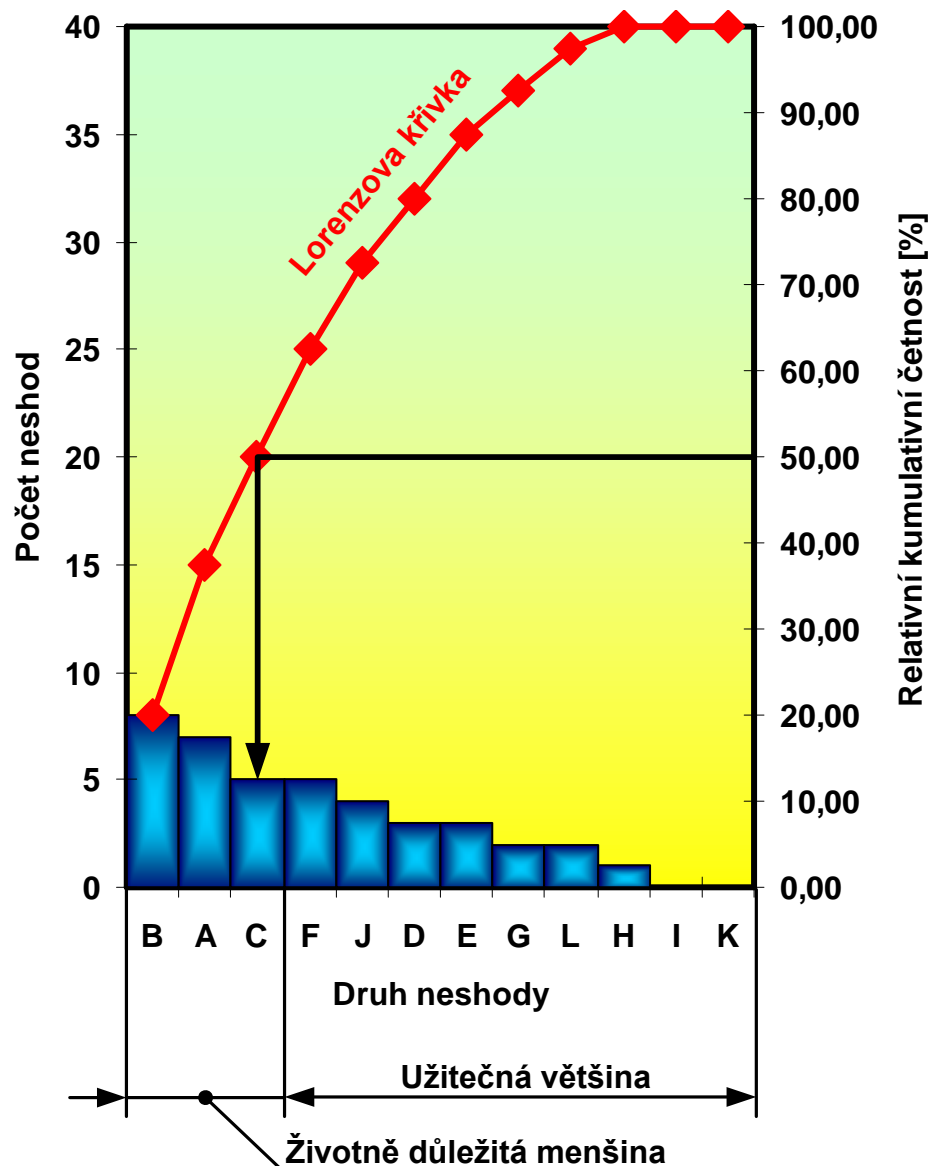
Druh neshody	Název neshody	Četnost
A	Nekompletní výrobek – nakupovaný materiál	7
B	Rozměry nejsou v toleranci	8
C	VIN neshodné s výrobní průvodkou	5
D	Nelze volně ovládat pohyblivé části	3
E	Nesplnění požadavků zákazníka	3
F	Mechanické poškození výrobku	5
G	Špatné konstrukční řešení	2
H	Špatně uchycena elektroinstalace	1
I	Nedotažený šroubový spoj	0
J	Nedostatečná specifikace výrobku ve výrobní průvodce	4
K	Tlak v pneumatikách je mimo toleranci	0
L	Zkřížená korba přívěsu	2

Vytvoříme tabulku uspořádaných hodnot. Data uspořádáme sestupně od největší četnosti po nejmenší (tab. 4.2). Zároveň zpracujeme data kumulativní četnosti a relativní kumulativní četnosti v %.

Tab. 4.2 Tabulka uspořádaných hodnot v závislosti na četnosti neshod

Druh neshody	Četnost	Kumulativní četnost	Relativní kumulativní četnost [%]
B	8	8	20,00
A	7	15	37,50
C	5	20	50,00
F	5	25	62,50
J	4	29	72,50
D	3	32	80,00
E	3	35	87,50
G	2	37	92,50
L	2	39	97,50
H	1	40	100,00
I	0	40	100,00
K	0	40	100,00

Pro sestrojení Paretova diagramu, vyjadřující počet neshod, máme všechna potřebná data uvedená v tab. 4.2. Relativní kumulativní četnost nám poslouží pro konstrukci Lorenzovy křivky, která zobrazuje hodnoty relativních kumulativních součtů neshod (viz obr.4.1).



Obr. 4.1 Paretův diagram dle četnosti neshod (autor)

Životně důležitá menšina dle četnosti neshod s rozhodovacím kritériem 50% úrovně relativní kumulativní četnosti jsou neshody **B, A, C**.

Pro aplikaci Paretova diagramu s vyjádřením důležitosti neshod je stanovena stupnice, která je uvedena v tab. 3.3. Přidělení stupně důležitosti k neshodám je znázorněno v tab. 4.3.

Tab. 4.3 Ohodnocení neshody stupněm důležitosti

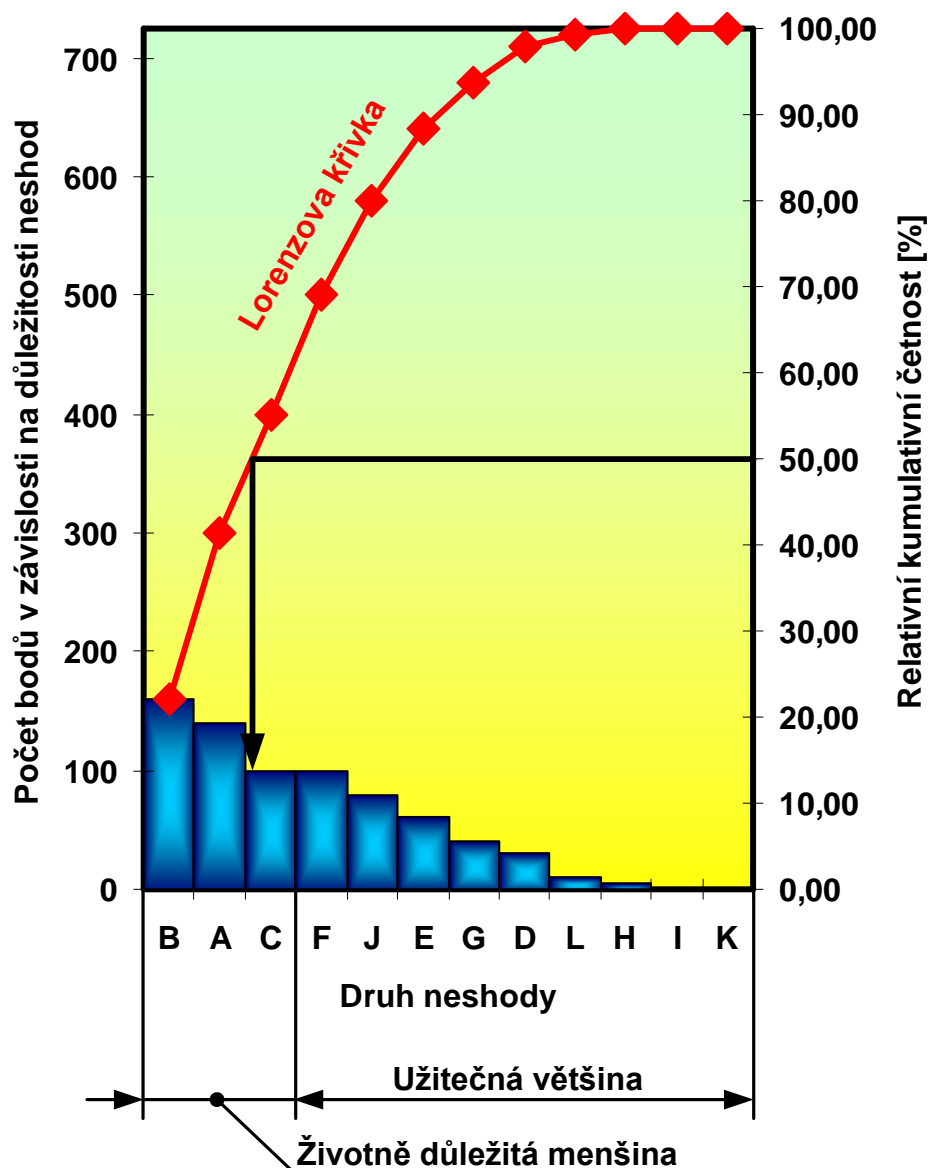
Druh neshody	Název neshody	Příčina	Stupeň důležitosti	Četnost	Počet bodů
A	Nekompletní výrobek – nakupovaný materiál	Zadáno do výroby bez pokrytí materiálem	IV	7	140
B	Rozměry nejsou v toleranci	Selhání lidského zdroje – operátor	IV	8	160
C	VIN neshodné s výrobní průvodkou	Selhání lidského zdroje - operátor	IV	5	100
D	Nelze volně ovládat pohyblivé části	Selhání lidského zdroje – pracovník montáže	III	3	30
E	Nesplnění požadavků zákazníka	Konstrukční chyba	IV	3	60
F	Mechanické poškození výrobku	Selhání lidského zdroje - operátor	IV	5	100
G	Špatné konstrukční řešení	Selhání lidského zdroje - konstruktér	IV	2	40
H	Špatně uchycena elektroinstalace	Selhání lidského zdroje - operátor	II	1	5
I	Nedotažený šroubový spoj	Selhání lidského zdroje - operátor	IV	0	0
J	Nedostatečná specifikace výrobku ve výrobní průvodce	Selhání lidského zdroje – pracovník obchodu	IV	4	80
K	Tlak v pneumatikách je mimo toleranci	Neshodný nakupovaný materiál	III	0	0
L	Zkřížená korba přívěsu	Selhání lidského zdroje - operátor	II	2	10

Opět vytvoříme tabulku uspořádaných hodnot, ale nyní v závislosti na stupni důležitosti. V tab. 4.4 jsou neshody uspořádány sestupně s vyjádřením kumulativní četnosti a relativní kumulativní četnosti.

Tab. 4.4 Tabulka uspořádaných hodnot v závislosti na stupni důležitosti

Druh neshody	Počet bodů	Kumulativní četnost	Relativní kumulativní četnost [%]
B	160	160	22,07
A	140	300	41,38
C	100	400	55,17
F	100	500	68,97
J	80	580	80,00
E	60	640	88,28
G	40	680	93,79
D	30	710	97,93
L	10	720	99,31
H	5	725	100,00
I	0	725	100,00
K	0	725	100,00

Pro sestrojení Paretova diagramu v závislosti na důležitosti neshod máme všechna potřebná data. Relativní kumulativní četnost nám poslouží pro konstrukci Lorenzovy křivky, která zobrazuje hodnoty relativních kumulativních součtů neshod v závislosti na stupni důležitosti neshod (viz obr. 4.2).



Obr. 4.2 Paretův diagram dle důležitosti neshod (autor)

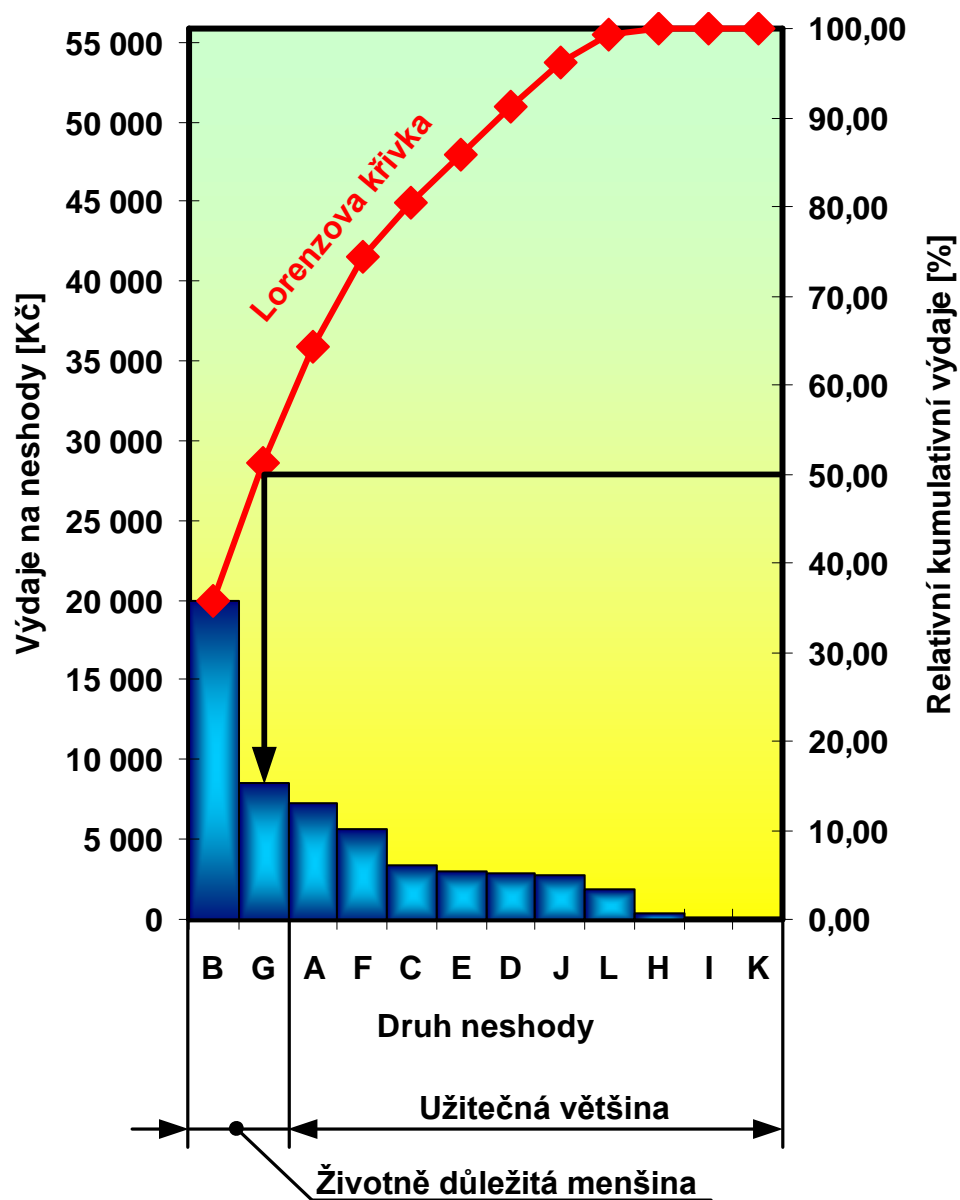
Jako rozhodovací kritérium byla ponechána 50% úroveň relativní kumulativní četnosti dle důležitosti na vzniklých neshodách. Životně důležitou menšinu tvoří neshody **B, A, C**.

Pro aplikaci Paretova diagramu s vyjádřením výdajů vztahující se k zjištěným neshodám seřadíme tyto hodnoty sestupně viz tab. 4.5.

Tab. 4.5 Tabulka uspořádaných hodnot v závislosti výdajů na neshodu

Druh neshody	Výdaje	Kumulativní výdaje [Kč]	Relativní kumulativní výdaje [%]
B	20 009	20 009	35,83
G	8 560	28 569	51,16
A	7 310	35 879	64,25
F	5 644	41 523	74,35
C	3 400	44 923	80,44
E	3 060	47 983	85,92
D	2 933	50 915	91,17
J	2 737	53 652	96,07
L	1 836	55 488	99,36
H	357	55 845	100,00
I	0	55 845	100,00
K	0	55 845	100,00

Pro sestrojení Paretova diagramu máme všechna potřebná data uvedená v tab. 4.5. Relativní kumulativní četnost nám poslouží pro konstrukci Lorenzovy křivky, která zobrazuje hodnoty relativních kumulativních součtů výdajů na neshody (viz obr. 4.3).



Obr. 4.3 Paretův diagram dle výdajů na neshody (autor)

Jako rozhodovací kritérium byla ponechána 50% úroveň relativní kumulativní výdaje na vzniklých neshodách. Životně důležitou menšinu tvoří neshody **B, G**.

4.3 Technicko-ekonomické vyhodnocení

Výrobní proces společnosti AGADOS byl monitorován z pohledu procesního řízení na pracovišti „Výstupní kontrola“, která je součástí podpůrného procesu „Monitorování a měření výrobků“.

Výsledkem stávajícího stavu zjištěných neshod, které jsou konstruovány pomocí Paretova diagramu je v oblasti životně důležité menšiny sledovaných parametrů tj. počet neshod, důležitost neshod a náklady na neshody, vždy neshoda **A**. Proto navržená opatření byla orientována především na odstranění této neshody. Rozhodovacím kritériem byla zvolena 50% úroveň relativní kumulativní četnosti zvoleného parametru. Účinnost a efektivnost navržených opatření je znázorněna konstrukcí Paretových diagramů (viz obr. 4.4 až 4.6). Tyto diagramy vyjadřují komplexní posouzení změn před a po uplatnění nápravných opatření. Výsledky vyhodnocení vyjadřují, že realizací návrhů na opatření, v rámci zlepšování jakosti ve výrobě přívěsů bylo docíleno velmi dobrých výsledků.

- Všechna navrhovaná opatření byla realizována.
- Integrací nástrojů IS byla posílena dynamičnost systému.
- Monitorování finálních výrobků, výstup výrobního procesu, probíhalo na pracovišti výstupní kontroly.
- Pozorování probíhalo 15 pracovních dnů.
- Kontrolováno bylo 686 přívěsů.
- Kontrolu prováděli 2 kvalifikovaní pracovníci kontroly.
- Konstrukce Paretova diagramu provedena dle:
 - četnosti neshod,
 - důležitosti neshod,
 - nákladů na neshody.
- Zvolené rozhodovací kritérium je 50% úroveň relativního kumulativního parametru.
- V pozici životně důležité menšiny dle četnosti jsou neshody **B, A, C**.
- V pozici životně důležité menšiny dle důležitosti jsou neshody **B, A, C**.
- V pozici životně důležité menšiny dle nákladů jsou neshody **B, G**.

Níže je uvedeno procentuální vyjádření úspěšnosti realizace nápravných opatření na odstranění příčin neshod.

Snížení výskytu dle **počtu neshod**:

- neshoda A o 82%,
- neshody celkově o 52%.

Snížení počtů bodů dle **důležitosti neshod**:

- neshoda A o 82%,
- neshody celkově o 53%.

Snížení **výdajů na neshody**:

- neshoda A o 89%,
- neshody celkově o 59%.

Lze konstatovat, že realizované návrhy na opatření, orientované na rozvoj nástrojů IS a stanovení parametrů, jsou velkou podporou pro jednotlivé činnosti napříč celým spektrem hlavního procesu výroby přívěsů. Tyto nástroje jsou nyní pro řízení a plánování výroby důležitou systémovou podporou.

Vstupní peněžní výdaje na pořízení nástrojů IS pro podporu evidence výstupní kontroly a řízení neshodného výrobku byly 90 tis. Kč. Výdaje na odborné školení 15 tis. Kč. Celkem bylo pro podporu nástrojů na odstranění výskytu neshod investováno 105 tis. Kč.

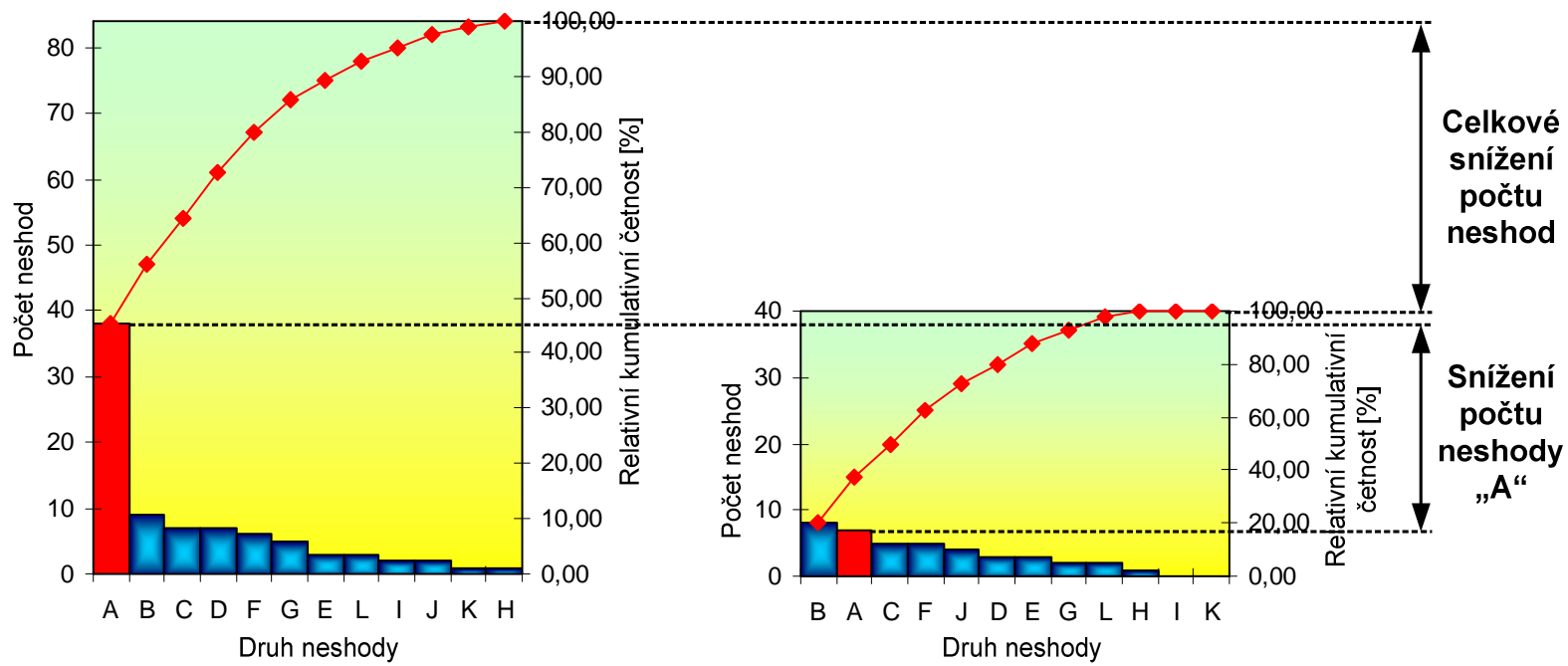
Výsledky vyhodnocení po uplatnění opatření jsou velmi kladné. Výdaje na neshody za sledované období byly sníženy o:

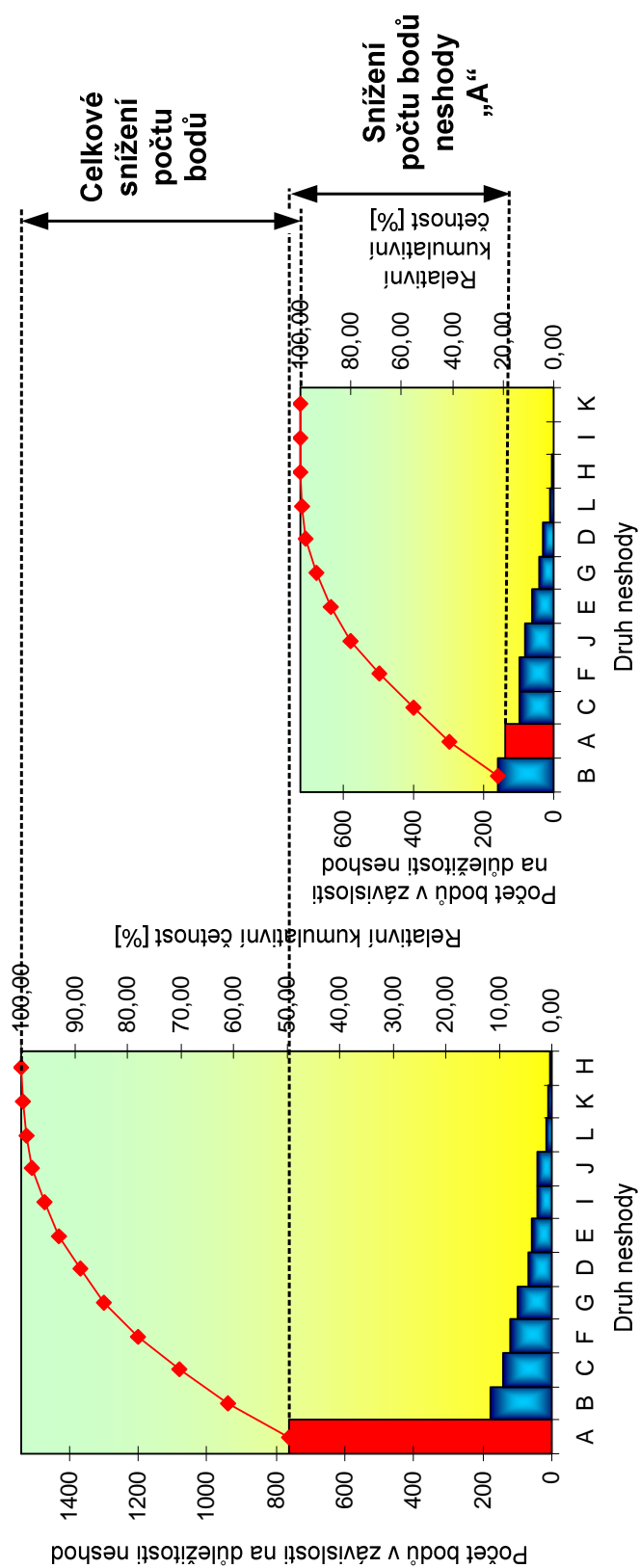
- 56 525,- Kč na neshodu **A**,
- 80 045,- Kč na všechny identifikované neshody.

Dle zjištěných výsledků lze konstatovat, že návratnost vynaložených peněžních výdajů proběhla již během prvního měsíce.

Použité nástroje managementu jakosti ve spojení s nástroji IS významně posunuli v rámci procesního řízení efektivnost a účinnost v oblastech výroby, kontroly a řízení neshodného výrobku.

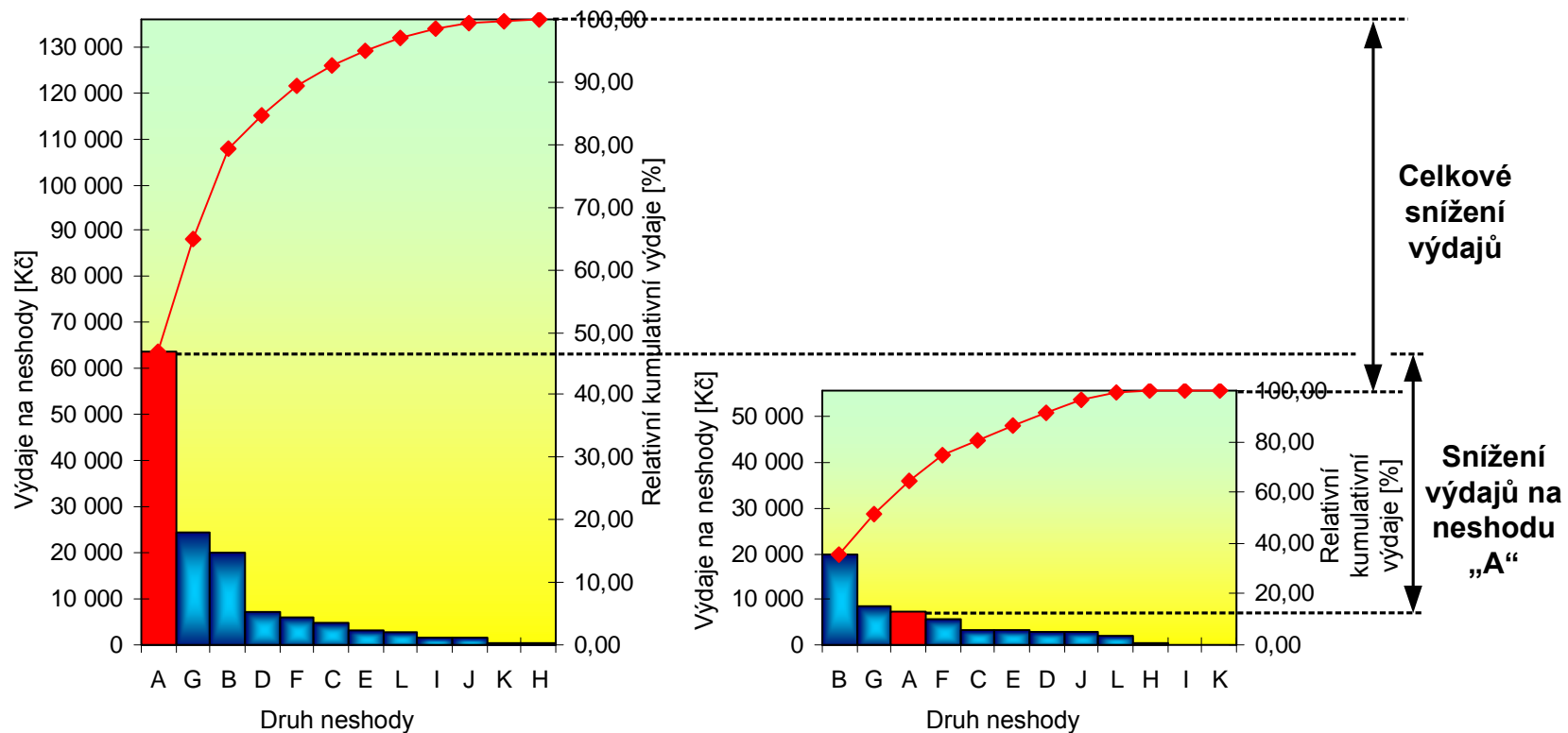
Obr. 4.4 Zobrazení efektivnosti dle počtu neshod před a po uplatnění
nápravných opatření





Obr. 4.5 Zobrazení efektivity dle počtu bodů v závislosti na důležitosti neshod před a po uplatnění nápravných opatření

Obr. 4.6 Zobrazení účinnosti dle výdajů na neshody před a po uplatnění nápravných opatření



ZÁVĚR

Bez efektivního systému v procesu „Řízení neshodného výrobku“ by nebylo možné zajišťovat požadovanou jakost. Neustálé zlepšování jakosti v této oblasti nám poskytlo relevantní výsledky z výstupní etapy výrobního procesu. Implementované nástroje IS vytvořili velkou podporu pro evidenci výstupní kontroly a řízení neshodného výrobku. Tyto záznamy poskytují ucelené informace o vzniku a způsobu vypořádání zjištěných odchylek. Lze konstatovat, že tato evidenční forma byla přijata a stala se rutinním komunikačním nástrojem, který vytvořil podmínky pro systematické přijímání opatření k nápravě s cílem minimalizovat výskyt neshodných produktů.

Implementací nástrojů pro evidenci výstupní kontroly a řízení neshodného výrobku se podařilo odstranit povinnost vést záznamy v papírové podobě a velkou pracnost s vypracováním důležitých analýz, které slouží k přijímání důležitých rozhodnutí.

Proces „Řízení neshodného výrobku“ dostává ve využívání nástrojů IS velkou podporu. Jak z hlediska evidenčního, analytického, tak i ekonomického výstupu. Orientace na využívání nástrojů IS je plně dána současným vývojem v oblasti managementu jakosti a společnost AGADOS v rámci neustálého zlepšování rozšířila tento produkt o funkce pro podporu řízení jakosti. Požadavek na neustálé zlepšování jakosti je nejen požadavkem zákazníků, ale i požadavkem revidovaných mezinárodních norem souboru ISO 9000.

Účinnost a efektivnost nápravných opatření stanovených k odstranění zjištěných neshod, zejména neshody **A**, potvrzují dosažené výsledky, které mohou být oceněny zejména zákazníkem.

Příznivá je i krátkodobá návratnost vložených peněžních výdajů. Návratnost výdajů ve výši 105 tis. Kč proběhla již během prvního měsíce po realizaci nápravných opatření.

Pro konstruktivní hodnocení výsledků pozorování bylo cíleně využito Paretova diagramu, který je součástí uvedených sedmi základních nástrojů managementu jakosti v teoretické studii práce. Paretův diagram je důležitým nástrojem manažerského rozhodování, neboť umožňuje stanovit priority při řešení problémů s jakostí tak, aby při účelném využití zdrojů byl dosažen maximální efekt.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. PERNIKÁŘ, J., TYKAL, M. *Strojírenská metrologie II.* 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-2.
2. ČECH, J., PERNIKÁŘ, J., PODDANÝ, K. *Strojírenská metrologie.* 4. přepracované vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 176 s. ISBN 80-214-3070-2.
3. CHUDÝ, V., PALENČÁR, R., KUREKOVÁ, E., HALAJ, M. *Meranie technických veličín.* 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.
4. ČSN 01 0115 *Mezinárodní slovník základních termínů v metrologii.* Český normalizační institut Praha, říjen 1996. 44 s.
5. VDA 5 *Způsobilost kontrolních procesů.* 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost 2004. 112 s. ISBN 80-02-01656-4.
6. FIALA, A.: *Statistické řízení procesů. Prostředky a nástroje pro řízení a zlepšování procesů.* VUT v Brně, 1997. ISBN 80-214-0895-2.
7. PLURA, J. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti.* 1. vyd., Computer Press Brno, prosinec 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.
8. NENADÁL, J. a kol. *Moderní management jakosti: Principy, postupy a metody.* 1. vyd., Management Press Praha, 2008. 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
9. LIKER, J. K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce.* 1. vyd., Management Press Praha, 2008. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7
10. FIALA, A. a kolektiv autorů. *Management jakosti s podporou norem ISO 9000:2000.* 20. aktualizace, Verlag Dashöfer Praha, srpen 2005. ISBN 80-86229-19-X
11. ČSN EN ISO 9000. *Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník,* Český normalizační institut Praha, duben 2006. 64 s.
12. ČSN EN ISO 9001. *Systémy managementu jakosti – Požadavky,* Český normalizační institut Praha, srpen 2001. 52 s.
13. ČSN EN ISO 9004. *Systémy managementu jakosti – Směrnice pro zlepšování výkonnosti,* Český normalizační institut Praha, srpen 2001. 94 s.
14. ČSN ISO 10014. *Management kvality – Směrnice pro dosahování finančních a ekonomických přínosů,* Český normalizační institut Praha, březen 2007. 56 s.
15. BRASSARD, M.-RITTER, D. *Memory Jogger™ II. Kapesní průvodce nástroji pro neustálé zlepšování a efektivní plánování.* 1. vyd., Česká společnost pro jakost, Praha 2005, 164 s. ISBN 80-02-01758-7.
16. COLLINS, J.W.Jr.-PEACH, R.W. *Memory Jogger™ TS 16949:2002 pro organizace automobilového průmyslu, Kapesní průvodce pro uplatňování managementu kvality odpovídajícího technické specifikaci ISO/TS 16949.* 1. vyd., Česká společnost pro jakost, Praha 2005, 202 s. ISBN 80-02-01793-5.
17. 70/156/EHS *SMĚRNICE RADY ze dne 6. února 1970 o sblížování právních předpisů členských států týkajících se schvalování typu motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.* Konsolidovaná verze 2007-07-12.
18. *Dokumentace QMS.* AGADOS spol. s r.o. Česko. Březen 2009

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ISO	- Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
TQM	- Komplexní řízení jakosti (Total Quality Management)
QMS	- Systém managementu jakosti (Quality Management System)
FMEA	- Analýza druhů a účinků možných vad (Failure Mode and Effect Analysis)
CZ-NACE	- Klasifikace ekonomických činností
OR	- Obchodní rejstřík
Brainstorming	- Generování nápadů
VIN	- Identifikační číslo vozidla (Vehikle identification numer)
IS	- Informační systém (Information System)
UŘJ	- Útvar řízení jakosti (Section Quality Control)
VU	- Výrobní útvar (Productional subdivision)

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Katalog přívěsů AGADOS
Příloha 2 Výrobní průvodka
Příloha 3 B10/TD7 Výstupní kontrola